



# Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

## Nahosemenné – 1. část

Petr Bureš



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Společné znaky semenných rostlin,  
(nahosemenných i krytosemenných)**

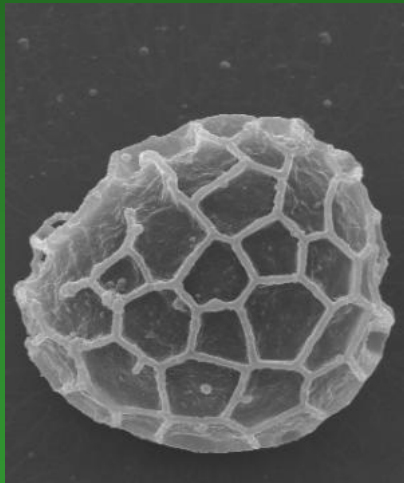
odlišující je od

**výtrusných vyšších rostlin  
(jätrovek, mechů, hlevíků, plavuní, kapradin a jejich  
příbuzných)**

# 1. Spora vers. semeno

## Spora čili výtrus

- rozmnožovací buňka,
- vzniká meiózou v zárodečné vrstvě sporangia
- krytá rezistentním obalem ze sporopoleninu



spóra *Lycopodium clavatum*

## Semeno

- mnohobuněčný rozmnožovací orgán
- vzniká z oplozeného vajíčka,
- krytý osemením (testou) = přeměněným integumentem

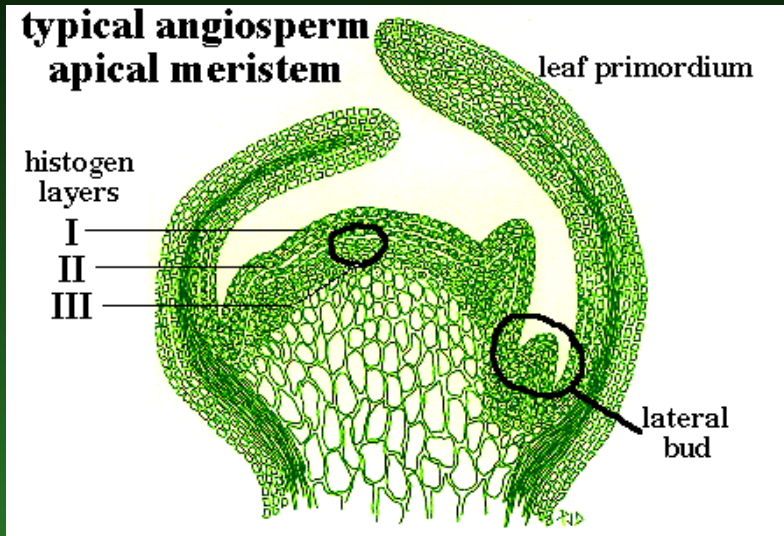


uvnitř: zárodek (embryo) + živné pletivo

– **primární** ž.p. (perisperm) = zbytek megaprothalia **u nahosemenných**

+ **sekundární** ž.p. (endosperm) **u krytosemenných**

## 2. Vzrostný vrchol stonku



### semenné: mnohobuněčný

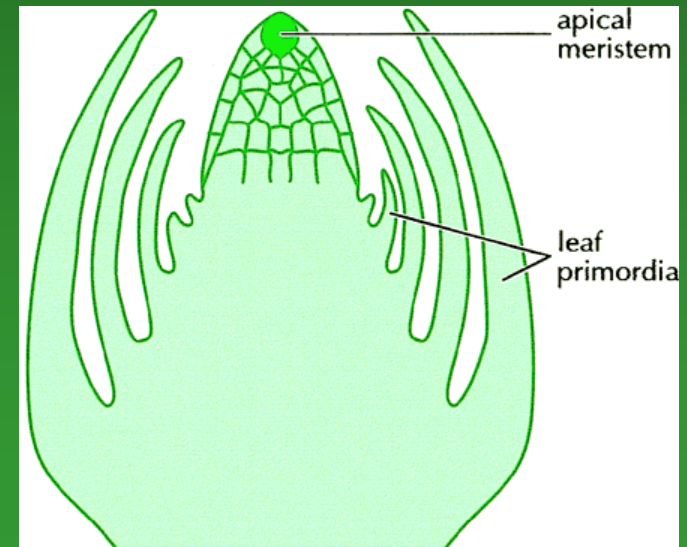
Vícevrstevný u krytosemenných

- vnější vrstvy = tunika dělí buňky antiklinálně (kolmo k povrchu)
- vnitřní vrstvy – korpus jeho buňky se dělí jak antiklinálně tak periklinálně

U nahosemenných zpravidla jednovrstevný jeho buňky se dělí jak anti- tak periklinálně

výtrusné (mechorosty, plavuně a monilofyty)

– zpravidla jediná buňka

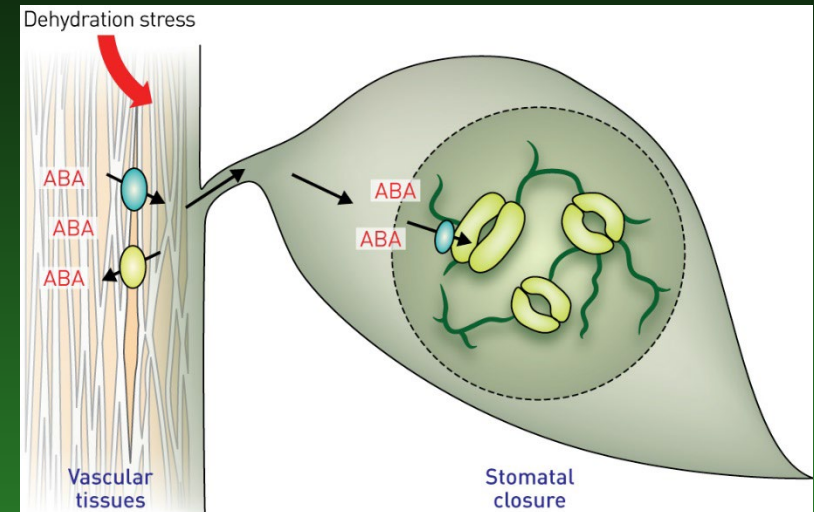
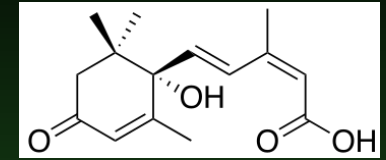




### 3. Zavírání průduchů

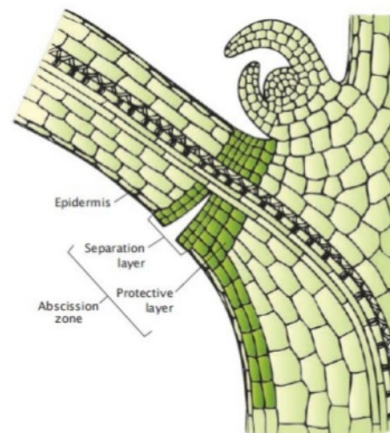
**semenné rostliny** – rychlá aktivní regulace iontových kanálů na cytoplazmatické membráně pomocí kyseliny abscisové (ABA)

**výtrusné rostliny** – zavírání/otvírání průduchů regulují pasivně – dehydratací/rehydratací



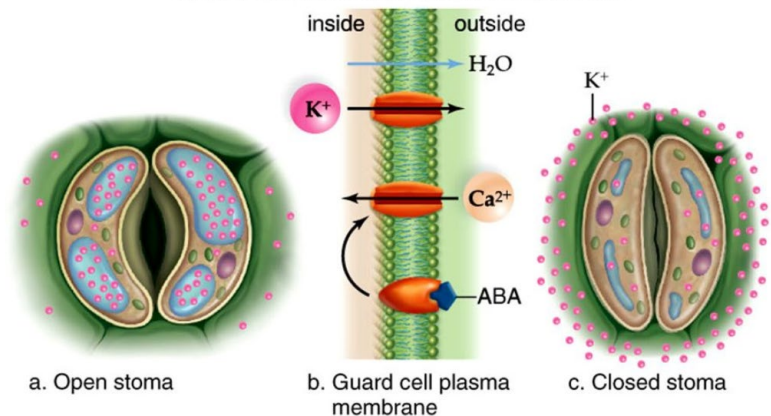
#### Abscisic Acid

- Inhibits growth and closes stomata in fruit and leaves about to fall
- Also used to close stomata in very hot conditions
- Stomata closed by inhibition of potassium / sodium import in to guard cells
- Before falling (called abscission), abscission zone is formed to form a protective layer against environment and bacterial infestation



#### Abscisic Acid: Control of Stoma Opening

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



ABA binding leads to influx of  $\text{Ca}^{2+}$  & the opening of  $\text{K}^+$  channels. Water exits guard cells & stoma closes.

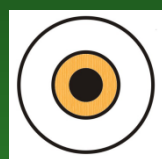
# 4. Vodivé elementy stonku = eustélé nebo ataktostélé



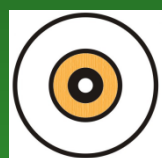
Plektostélé – plavuně



Aktinostélé – plavuně,  
eusporangiální kapradiny



Protostélé – nejpůvodnější typ  
ryniofyty, plavuně,  
vz. kapradiny



Sifonostélé – ve středu stélé dutina  
nebo dřeň (sifon), (*Osmunda*)



Solenostélé – dutina, lýko, dřevo,  
lýko, *Adiantum*, *Dicksonia*,  
*Marsilea*



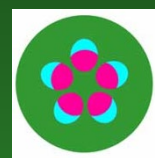
Diktyostélé – síť dřevostředných  
cévních svazků v oddencích  
kapradin



Arthrostélé – do kruhu uspořádané uzavřené  
cévní svazky ve stoncích přesliček

## Semenné rostliny

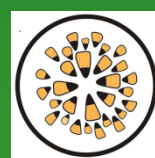
**Eustélé** – souvislé válce lýka a dřeva



rozdělené radiálně procházejícími  
dřeňovými paprsky na větší počet  
cévních svazků kolaterálních, které jsou  
kruhovitě uspořádány

**nahosemenné, bazální  
krytosemenné a  
dvouděložné**

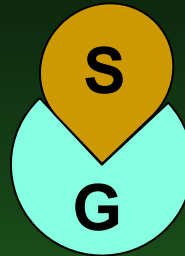
**Ataktostélé** – cévní svazky se nepravidelně



rozložily v parenchymu, není zde  
kambium a tyto rostliny nemohou proto  
druhotně tloustnout klasickým způsobem  
**(jednoděložné, *Piperaceae*, některé  
*Amaranthaceae*)**

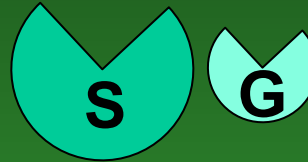
## 7. Konec samostatnosti gametofytu

**Mechorosty**  
(játrovky, mechy, hlevíky)



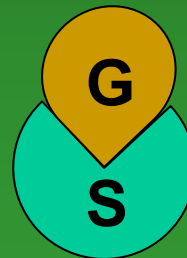
Sporofyt závislý na gametofytu, jen gametofyt se může množit vegetativně.

**Výtrusné cévnaté rostliny**  
(ryniofyty, plavuně, monilofyty)



Gametofyt i sporofyt samostatné (někdy ze zásob – *Selaginella*, *Isoëtes*, *Salviniales*), ale jen sporofyt se může množit vegetativně

**Semenné rostliny**  
(nahosemenné, krytosemenné)

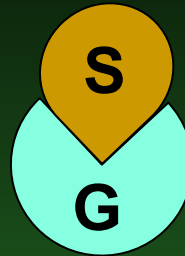


Gametofyt závislý na sporofytu, jen sporofyt se může množit vegetativně

Oplození přestane být závislé na vodě

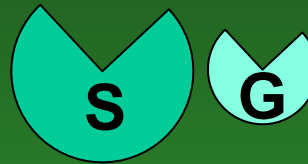
## 7. Konec samostatnosti gametofytu

**Mechorosty**  
(játrovky, mechy, hlevíky)



Sporofyt závislý na gametofytu, jen gametofyt se může množit vegetativně.

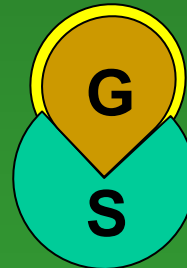
**Výtrusné cévnaté rostliny**  
(ryniofyty, plavuně, monilofyty)



Gametofyt i sporofyt samostatné (někdy ze zásob – *Selaginella*, *Isoëtes*, *Salviniales*), ale jen sporofyt se může množit vegetativně

vajíčko → semeno

**Semenné rostliny**  
(nahosemenné, krytosemenné)

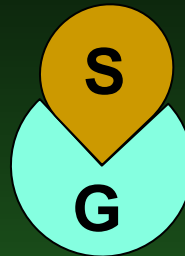


Gametofyt závislý na sporofytu, jen sporofyt se může množit vegetativně

Oplození přestane být závislé na vodě

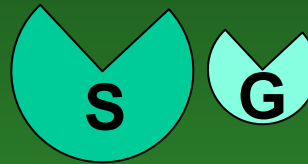
## 7. Konec samostatnosti gametofytu

**Mechorosty**  
(játrovky, mechy, hlevíky)



Sporofyt závislý na gametofytu, jen gametofyt se může množit vegetativně.

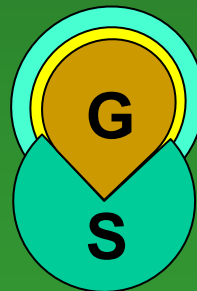
**Výtrusné cévnaté rostliny**  
(ryniofyty, plavuně, monilofyty)



Gametofyt i sporofyt samostatné (někdy ze zásob – *Selaginella*, *Isoëtes*, *Salviniales*), ale jen sporofyt se může množit vegetativně

pestík → plod

**Semenné rostliny**  
(nahosemenné, krytosemenné)



Gametofyt závislý na sporofytu, jen sporofyt se může množit vegetativně

Oplození přestane být závislé na vodě

## 8. Pohlavnost fází životního cyklu se „přepne“

<b>Výtrusné</b>	<b>Gametofyt Sporofyt</b>	<b>hermafroditní nebo jednopohlavný vždy bezpohlavní</b>
<b>Semenné</b>	<b>Gametofyt Sporofyt</b>	<b>vždy jednopohlavný hermafroditní nebo jednopohlavný</b>

Oplození přestane být závislé na vodě



## 9. Genetické a evoluční důsledky rozdílů v pohlavnosti

**Výtrusné**      **Selfing hermafroditního gametofytu může vést ke vzniku totálně homozygotního sporofytu**

Šance homologních chromosomů dostat se do další generace jsou stochastické = není o co soutěžit

**Semenné**      **Totální homozygot nemůže vzniknout, selfing (jednopohlavného) gametofytu není možný a selfing sporofytu vede „jen“ ke zvýšení homozygosity (a příp. inbrední depresi), nikdy ne k homozygositě úplné.**

## 9. Genetické a evoluční důsledky rozdílů v pohlavnosti

**Výtrusné**      **Selfing hermafroditního gametofytu může vést ke vzniku totálně homozygotního sporofytu**

Šance homologních chromosomů dostat se do další generace jsou stochastické = není o co soutěžit

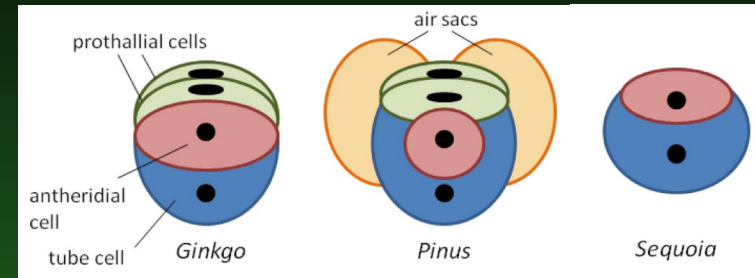
**Semenné**      **Totální homozygot nemůže vzniknout, selfing (jednopohlavného) gametofytu není možný a selfing sporofytu vede „jen“ ke zvýšení homozygotity (a příp. inbrední depresi), nikdy ne k homozygotitě úplné.**

Jen jeden produkt ze 4 přežívá v samičí meióze = jen jeden z homologních chromosomů každého páru se dostane do další generace – to může vyústit v „boj o přežití“ tehdy, když je polaritou a asymetrií meiotického mikrotubulárního vřeténka šance přežít nějak determinována = meiotický tah

# 10. Pokročilá redukce gametofytu semenných rostlin

Mikroprothallium (desítky  $\mu\text{m}$ ; 5–3 buňky)

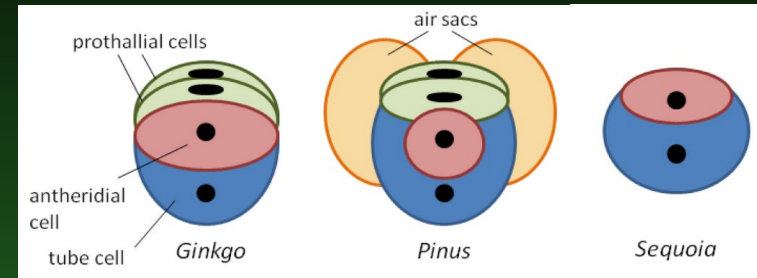
- (1) v mikrosporangiu  $\rightarrow$  mnoho mikrospor
- (2) mikrospora endosporicky  $\rightarrow$  2-4 buněčné pylové zrno
- (3) pylové zrno (nezralý gametofyt) opouští mikrosporangium



# 10. Pokročilá redukce gametofytu semenných rostlin

Mikroprothalamium (desítky  $\mu\text{m}$ ; 5–3 buňky)

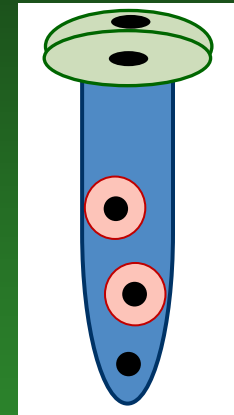
- (1) v mikrosporangiu  $\rightarrow$  mnoho mikrospor
- (2) mikrospora endosporicky  $\rightarrow$  2–4 buněčné pylové zrno
- (3) pylové zrno (nezralý gametofyt) opouští mikrosporangium (jako 2-4 buněčné)



- (4) zachycení samičím orgánem (= polinační kapkou nebo bliznou)
- (5) blána mikrospory praská  $\rightarrow$  **pylová láčka** vyživovaná

u nahosemenných pletivem nucellu  
u krytosemenných pletivy pestíku

na konci láčky  $\rightarrow$  2 spermatozoidy nebo 2 spermatické buňky



u nahosemenných má  
zralé mikroprothalamium 3-  
5 buněk

u krytosemenných jen 3

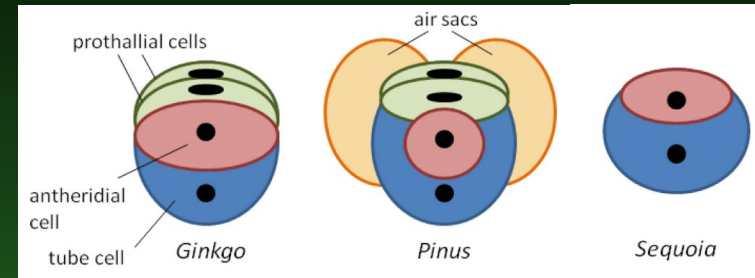
nahosemenné

krytosemenné

# 10. Pokročilá redukce gametofytu semenných rostlin

## Mikroprothalamium (desítky $\mu\text{m}$ ; 5–3 buňky)

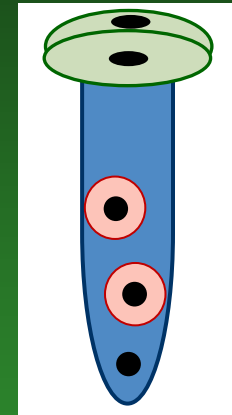
- (1) v mikrosporangiu  $\rightarrow$  mnoho mikrospor
- (2) mikrospora endosporicky  $\rightarrow$  2–4 buněčné pylové zrno
- (3) pylové zrno (nezralý gametofyt) opouští mikrosporangium



- (4) zachycení samičím orgánem (= polinační kapkou nebo bliznou)
- (5) blána mikrospory praská  $\rightarrow$  **pylová láčka** vyživovaná

u nahosemenných pletivem nucellu  
u krytosemenných pletivy pestíku

na konci láčky  $\rightarrow$  2 spermatozoidy nebo 2 spermatické buňky



u nahosemenných má  
zralé mikroprothalamium 3-  
5 buněk

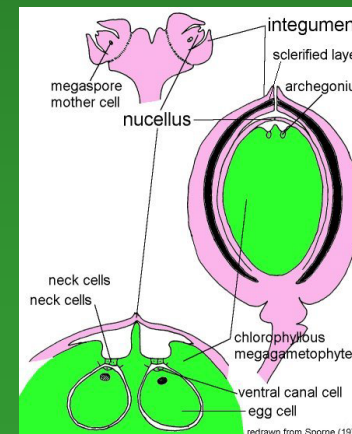
u krytosemenných jen 3

## Megaprothalamium (mm– $\mu\text{m}$ ; mnoho–8 buněk)

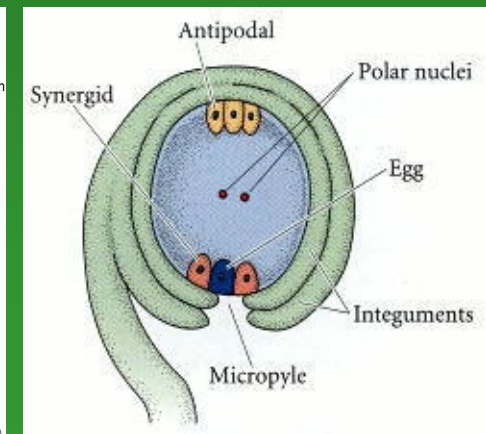
- (1) v megasporangiu  $\rightarrow$  jediná megaspóra (nikdy jej neopustí)
- (2) z megaspóry  $\rightarrow$  megaprothalamium obalené stěnou megasporangia a integumentem

u nahosemenných megaprothalamium mnohobuněčné zpravidla ještě s archegonií

u krytosemenných megaprothalamium = zárodečný vak, obsahující zpravidla jen osm jader/buněk



nahosemenné



krytosemenné

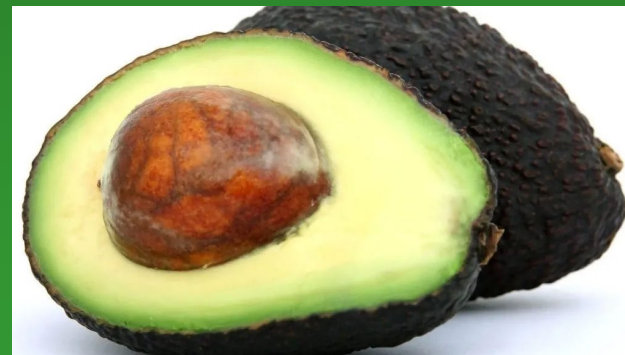
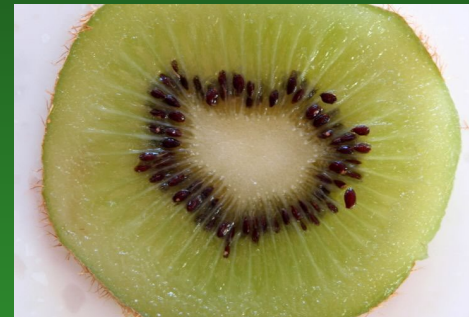
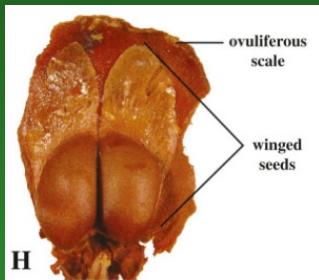
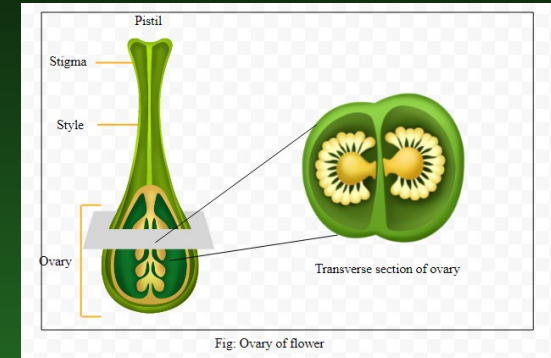
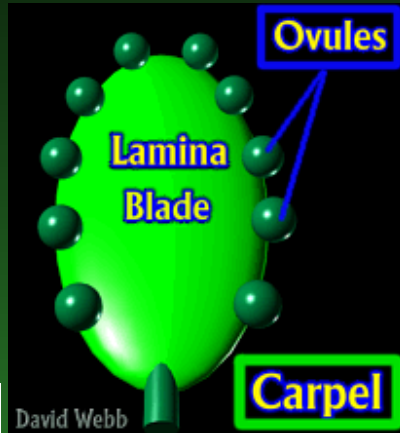
# Specifické znaky nahosemenných

odlišující je od

# rostlin krytosemenných



# 1. Vajíčko - není ukryto v plodolistu (semeníku/pestíku) jako u krytosemenných = semeno není součástí plodu

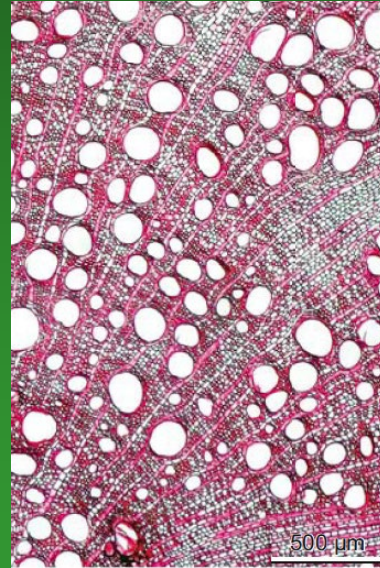


## 2. Buňky cévních svazků

**Xylem nahosemenných** – většinou tvoří **jen tracheidy a parenchym**; jen *Gnetopsida* mají i tracheje; krytosemenné mají navíc tracheje a libriformní fibrily



*Picea abies*

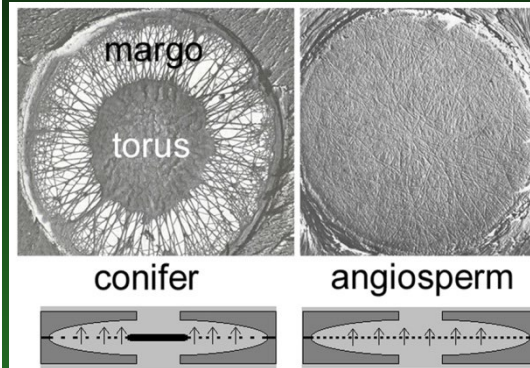
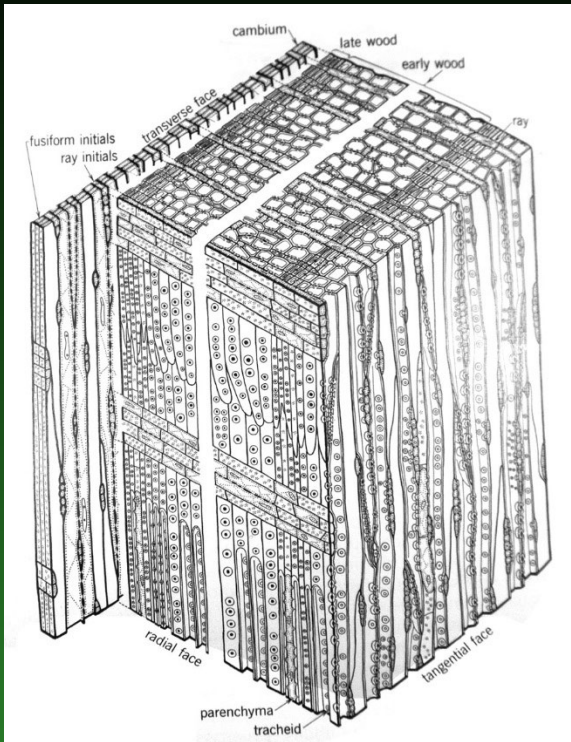


*Quercus petraea*

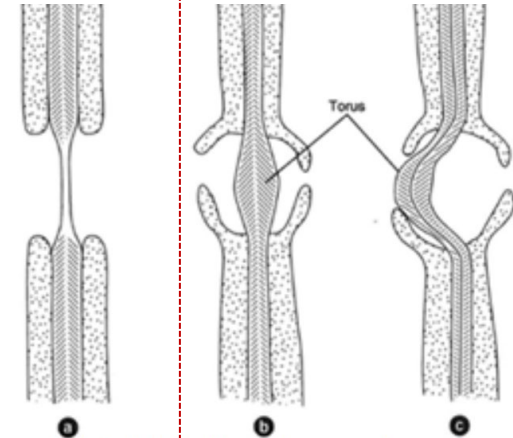


### 3. Dvůrkaté dvojtečky propojující tracheidy

(opačně orientované „děravé“ vyklenutí buněčných stěn sousedních buněk umožňuje zavírání a otvírání „ventilu“ pomocí pohybů „zátky“ ze střední lamely)  
 Efektivní obrana proti kavitaci

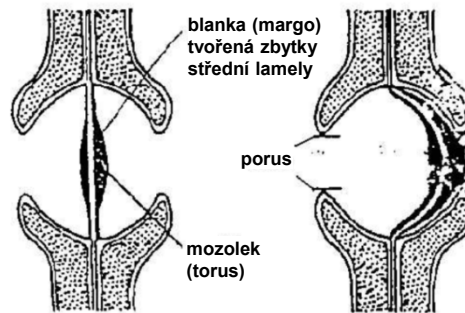
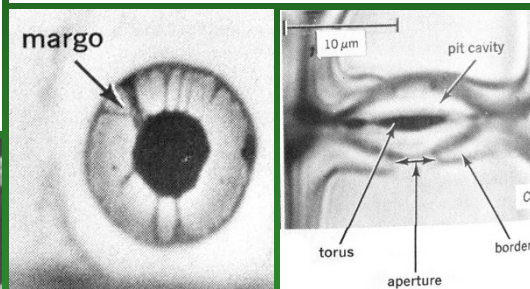


### Ztenčiny na tracheidách



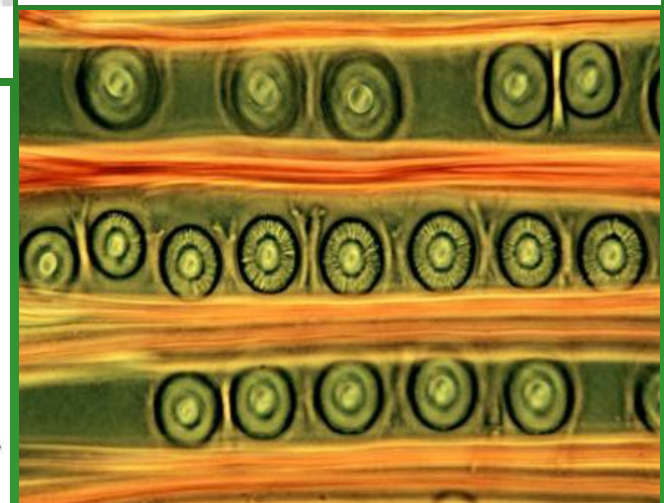
Krytosemenné

Nahosemenné



Dvůrkatá ztenčiny

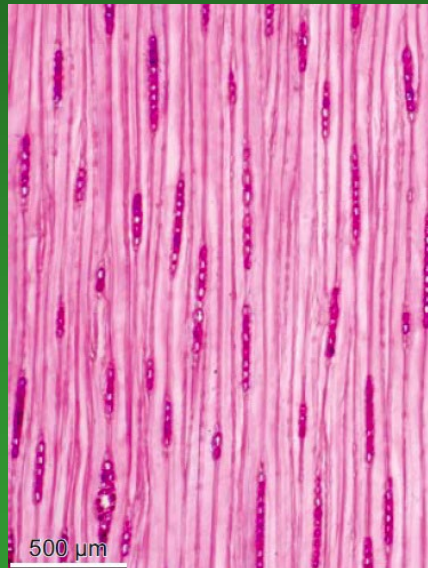
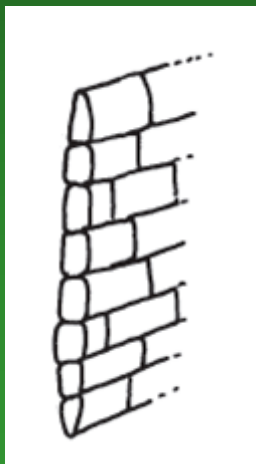
Dvůrkatá ztenčiny, kdy otvor (porus) je uzavřen torusem



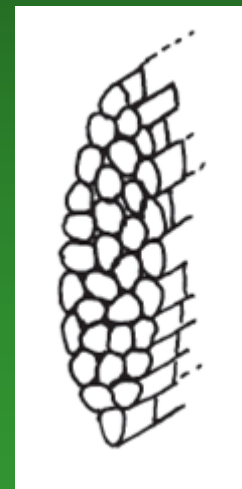
## 4. Parenchymatické paprsky

ve dřevě nahosemenných – většinou **uniseriátní**

krytosemenné mají multiseriátní



*Juniperus communis*



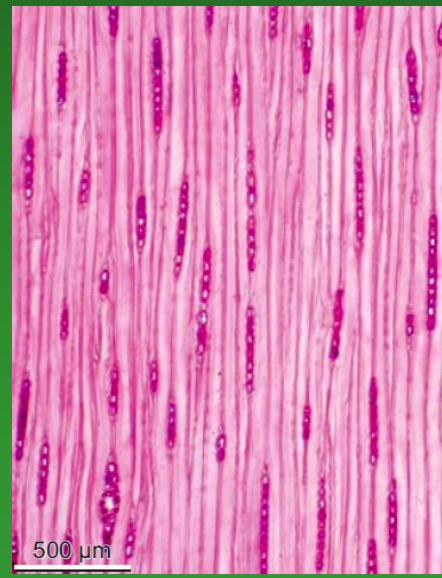
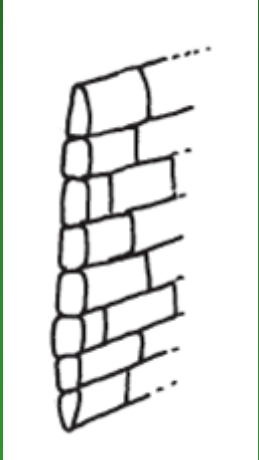
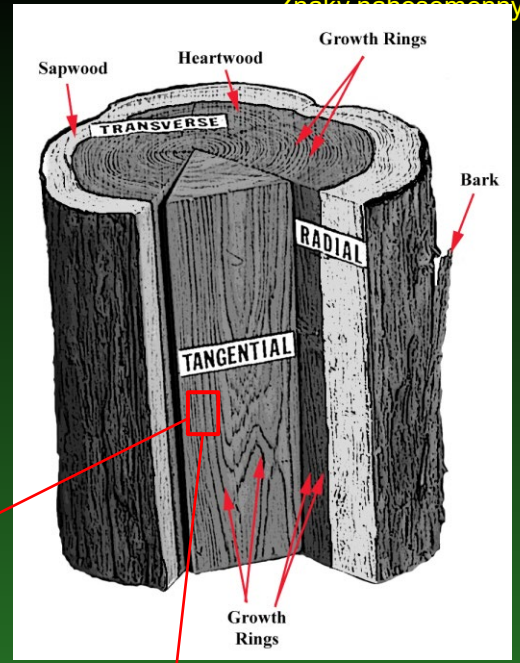
*Robinia pseudacacia*



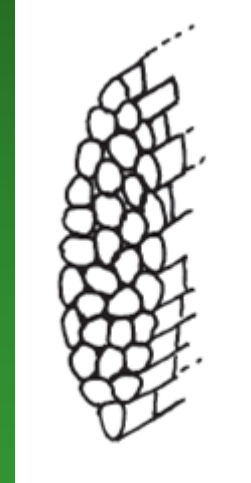
# 4. Parenchymatické paprsky

ve dřevě nahosemenných – většinou **uniseriální**

krytosemenné mají multiseriální



*Juniperus communis*



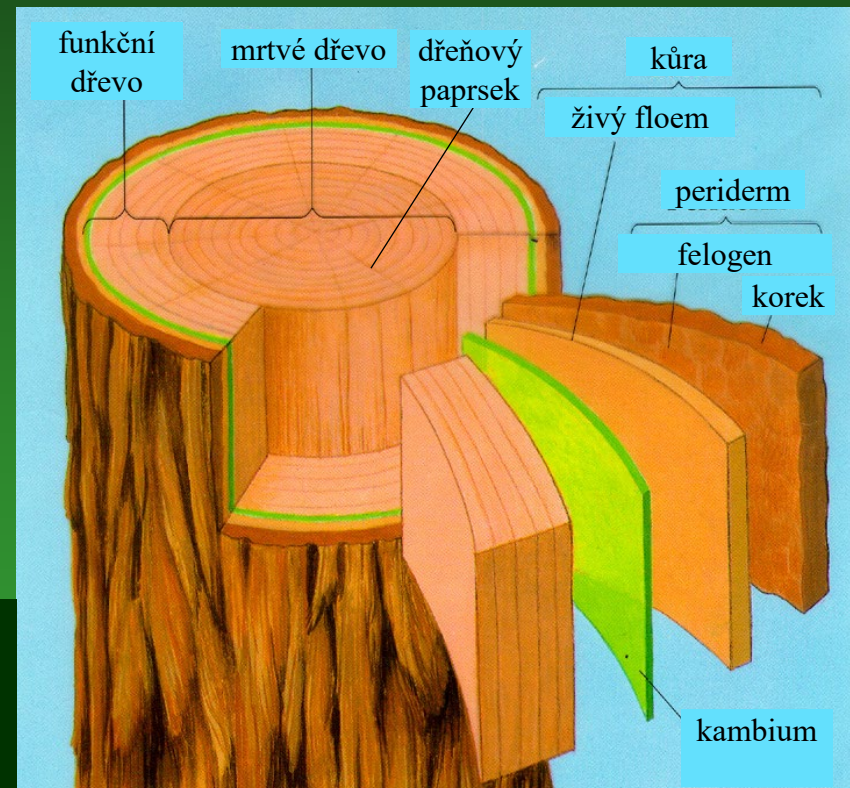
*Robinia pseudacacia*

# Sekundární tloustnutí

– trvalou aktivitou interkalárních meristémů:

**kambium** – růst objemu

**felogen** – zacelování povrchu rostoucího v závislosti na objemu

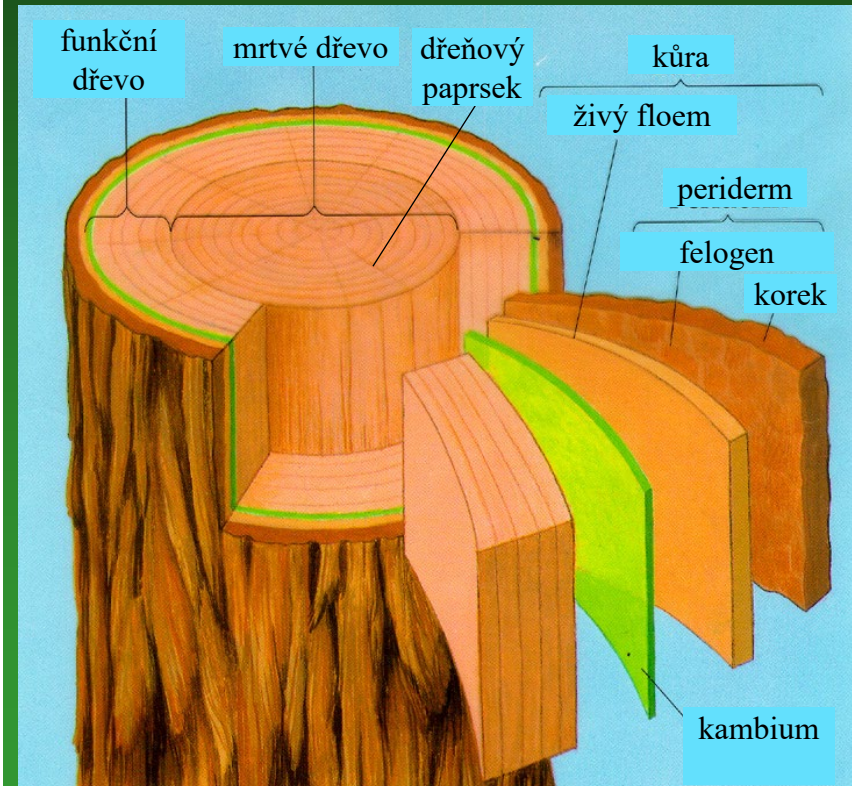
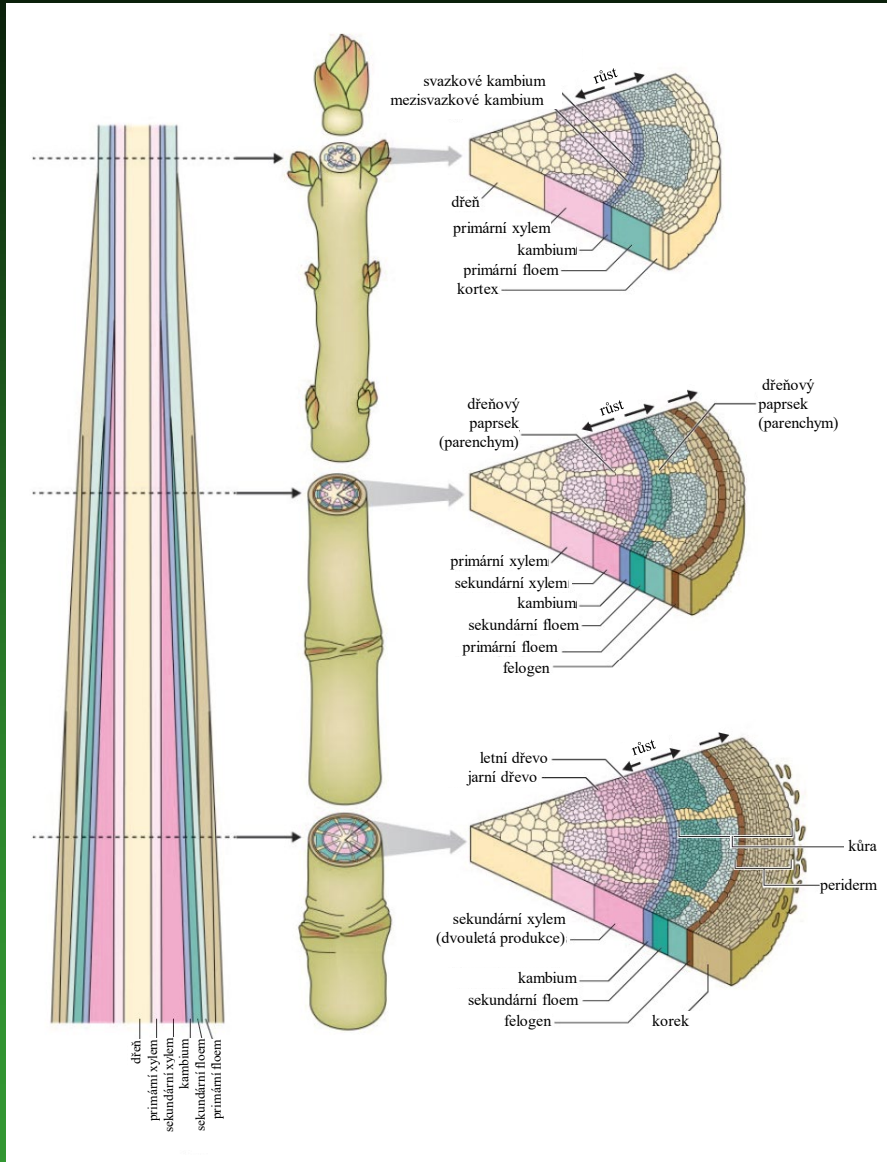


Primární tloustnutí – zprostředkováno diferenciací buněk, zejména cévních svazků

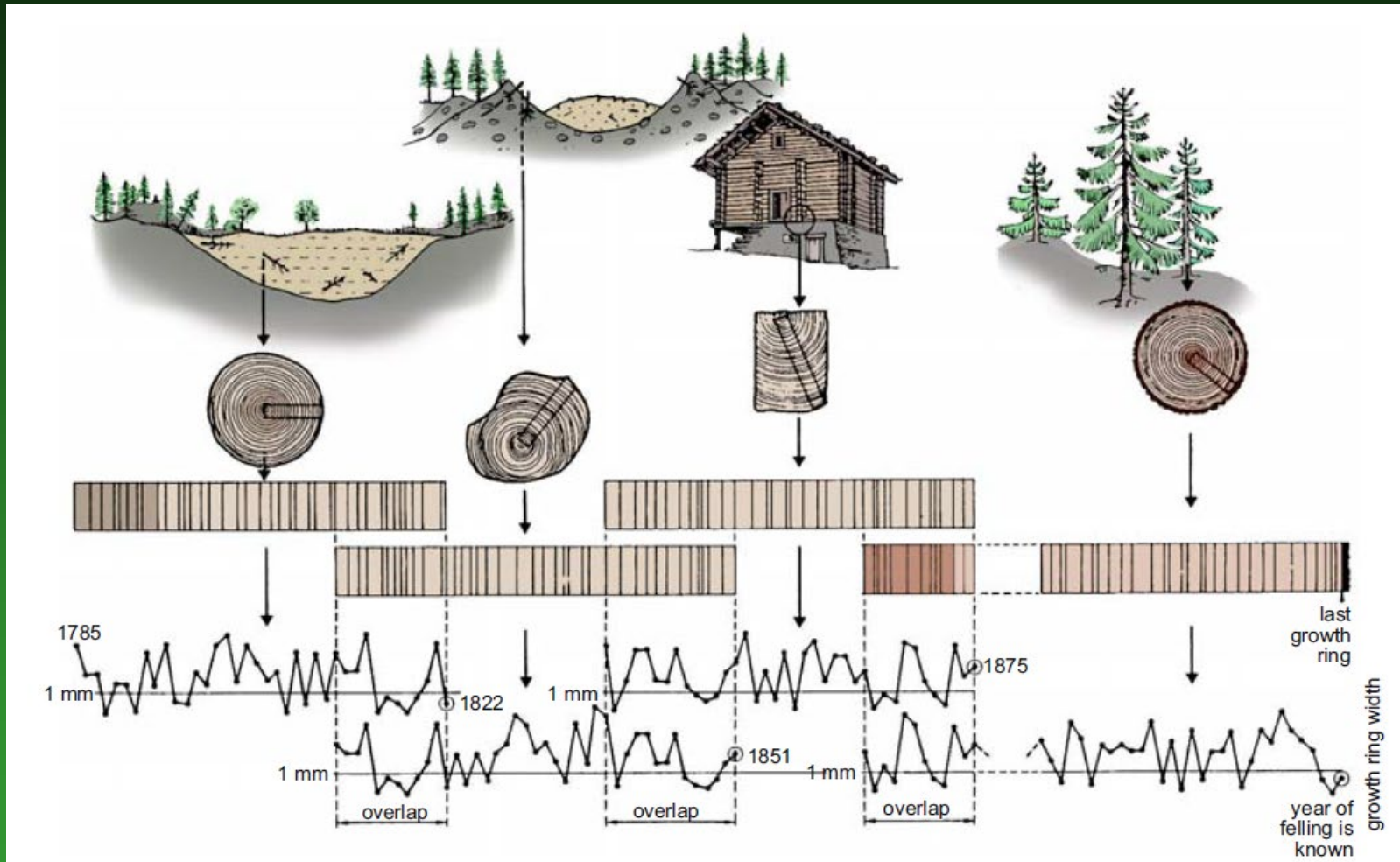


# Sekundární tloustnutí

– pozice svazků původního eustélé je v kmeni jen sotva znatelná – tvoří ji „díly dortu“ oddělené dřevnými paprsky (původně parenchymatickou dřevní mezi jednotlivými svazky); mezi tyto „původní paprsky“ se směrem k obvodu kmene vkládají činnosti kambia další dřevné paprsky



# Sekundární tloušťnutí – analýza šířky letokruhů – dendrochronologické datování ze zbytků dřeva

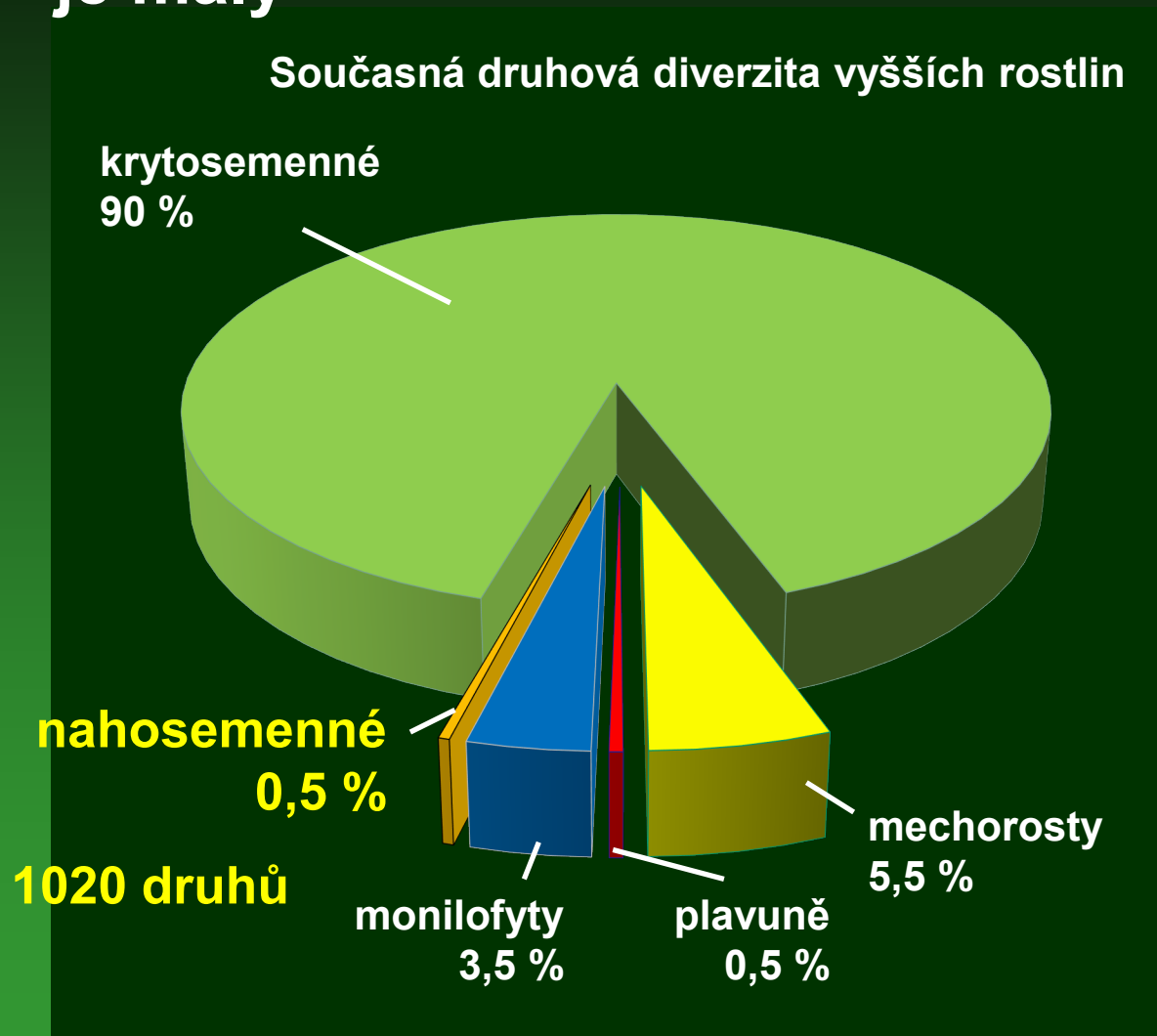


**oddělení *Gymnospermy*** = nahosemenné

**má šest tříd:**

1. tř. *Cordaitopsida* – kordaity
2. tř. *Cycadopsida* – cykasy
3. tř. *Cycadeoideopsida* – benetity
4. tř. *Ginkgoopsida* – jinany
5. tř. *Pinopsida* – jehličnany
6. tř. *Gnetopsida* – liánovce

# Podíl na recentní druhové diverzitě vyšších rostlin je malý





# 1. tř. *Cordaitopsida* (kordaity)



Fosilní nahosemenné dřeviny s páskovitými listy a složenými šiškami  
? Předchůdci jehličnanů

Jméno řádu je odvozeno od rodu *Cordaites*, pojmenovaného podle našeho mykologa a paleontologa z první poloviny 19. stol. Augusta Josefa Cordy (1809-1849).





Až 30 m vys. stromy

Vodivé elementy – eustélické, kmen  
druhotně tloustne (na bázi až 1 m v průměru)

**Dřevo** – husté pyknoxylické, jako recentní  
jehličnany; střed kmene – dřeň, na povrchu borka

Větve koruny – monopodiálně větvené



**Xylem** – podobný recentním jehličnanům z čel. *Araucariaceae* – tracheidami hustě spirálně dvojtečkovanými, parenchymové paprsky jednovrstevné (uniseriátní) jako u jehličnanů

### Fosilní kordaity

*Dadoxylon*



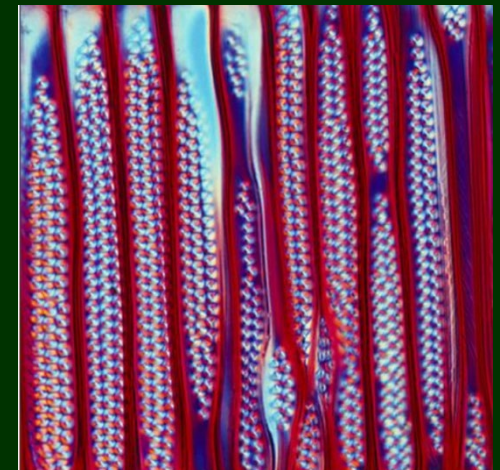
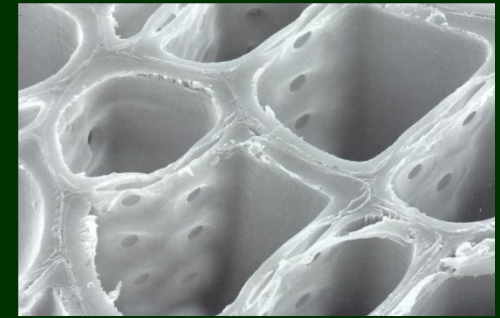
tracheidy a uniseriátní paprsky

tracheidy hustě spirálně dvojtečkované



### Recentní *Araucariaceae*

*Wollemia* – tracheidy



*Araucaria* – tracheidy

**Kořeny – často chůdovité**  
– jako stromy v záplavových zónách  
s dlouho stagnující vodou  
(např. mangrove)

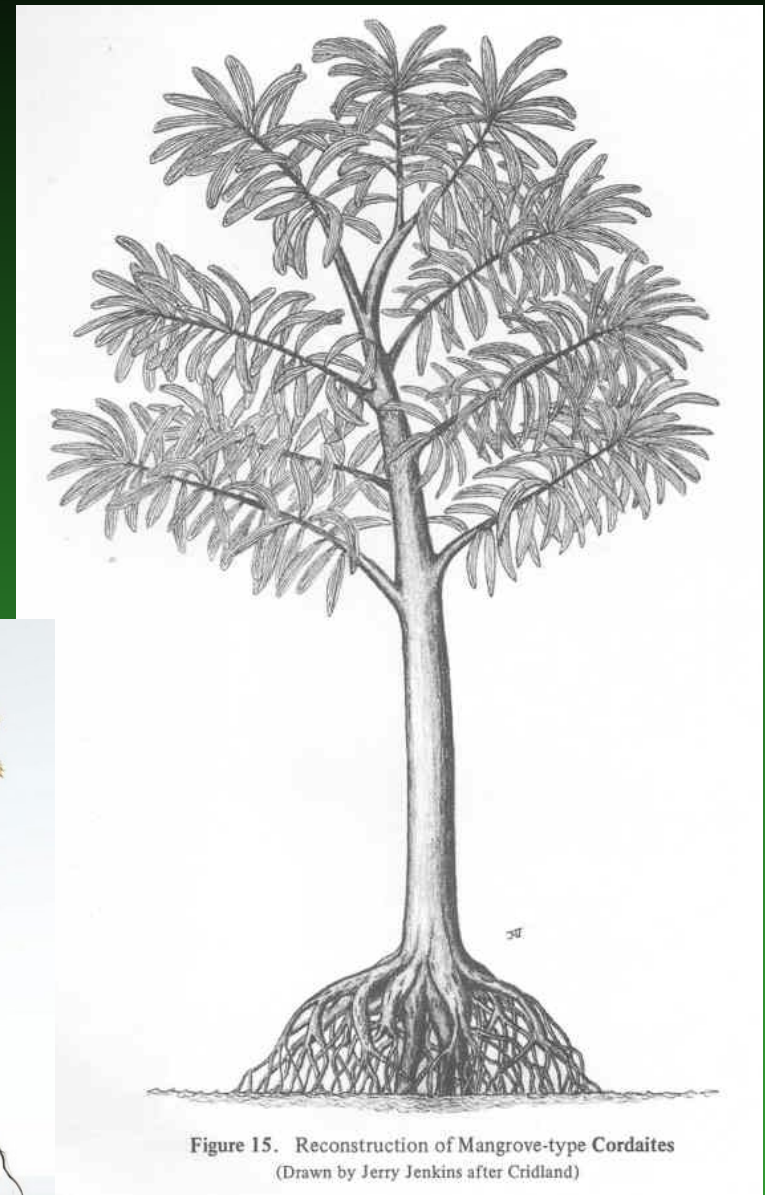


Figure 15. Reconstruction of Mangrove-type Cordaites  
(Drawn by Jerry Jenkins after Cridland)



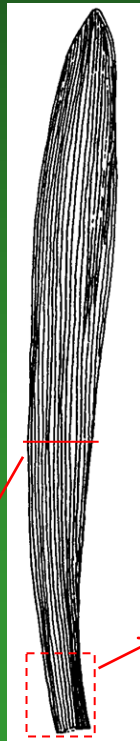
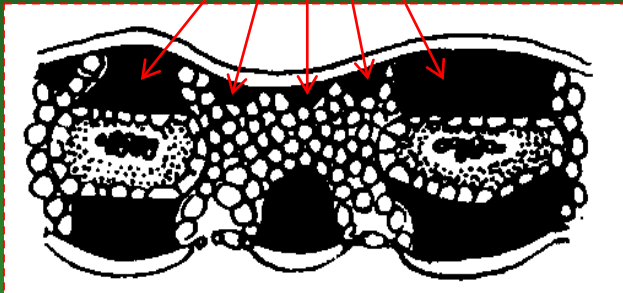
# Listy

- kopinaté se souběžnou hustou žilnatinou
- 20-70 cm dlouhé,
- přisedlé
- spirálovitě uspořádané,



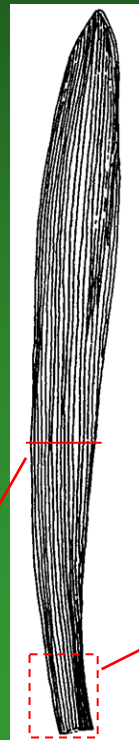
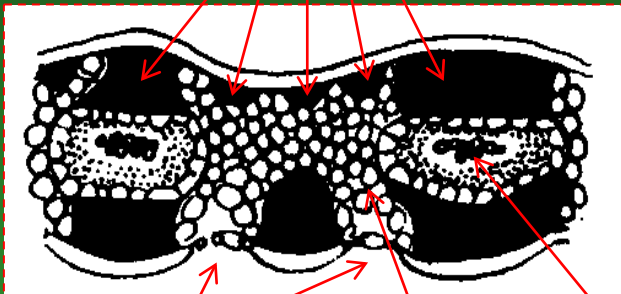
# Listy

- kopinaté se souběžnou hustou žilnatinou
- 20-70 cm dlouhé,
- přisedlé
- spirálovitě uspořádané, tuhé,
- se sklerenchymovými výztužemi mezi žilkami



# Listy

- kopinaté se souběžnou hustou žilnatinou
- 20-70 cm dlouhé,
- přisedlé
- spirálovitě uspořádané, tuhé,
- se sklerenchymovými výztužemi mezi žilkami



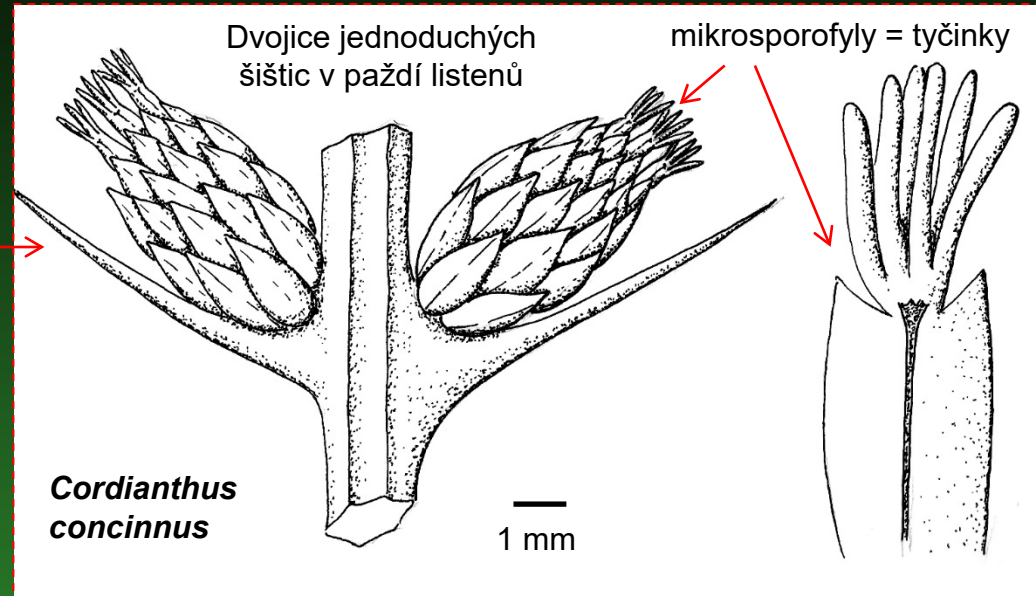
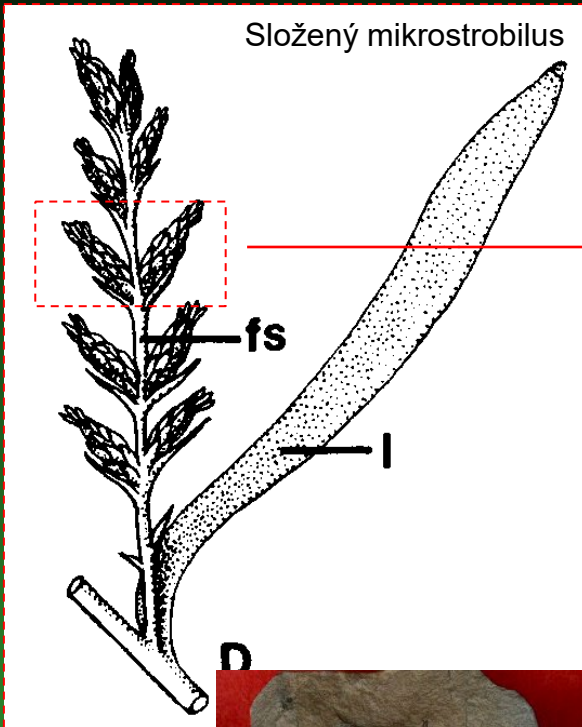
průduchy  
v řadách  
na spodu  
listu

mezofyl

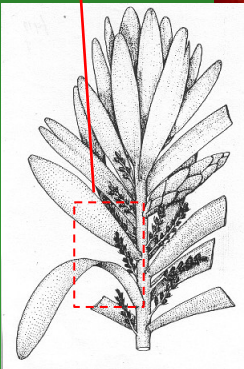
cévní  
svazek



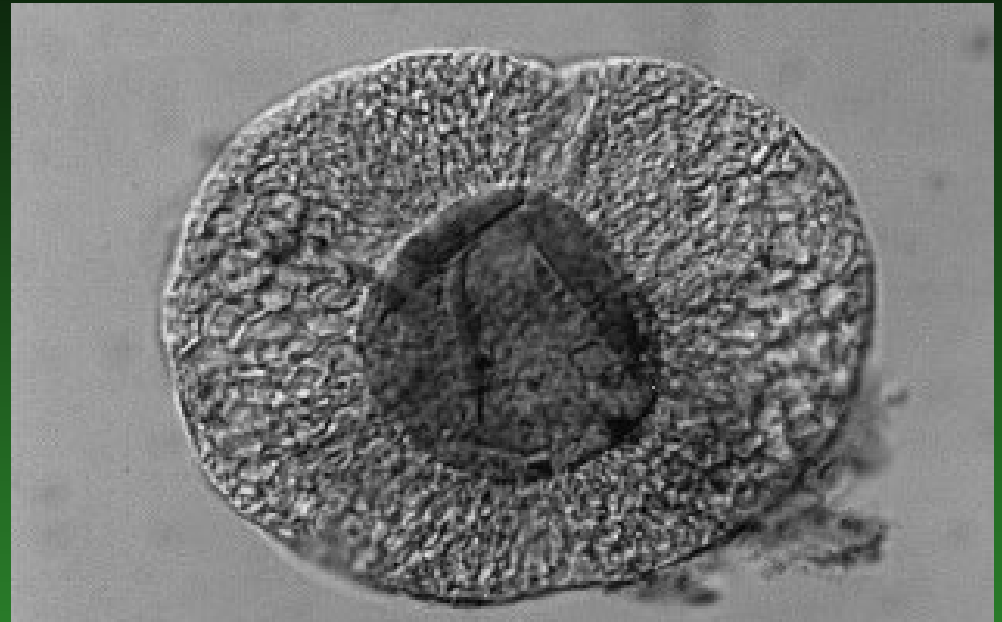
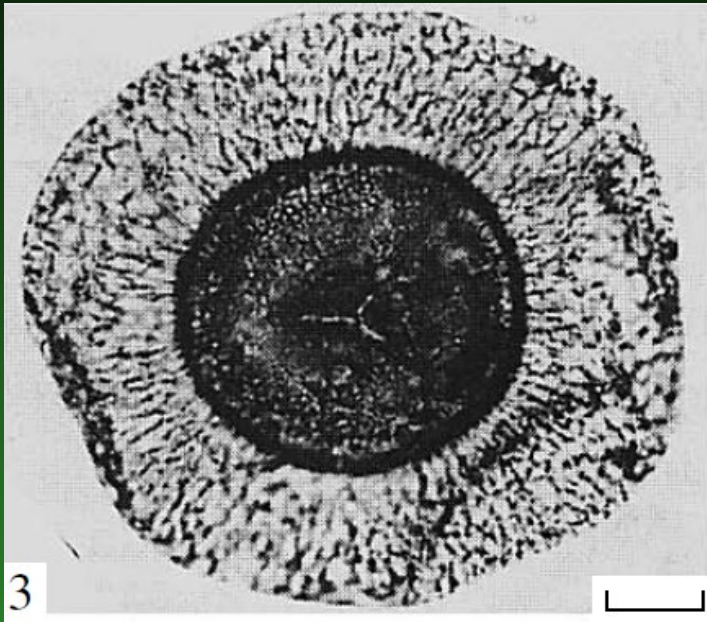
# Mikrostrobily – složené strobily = šišky drobných šišek v paždí listenů



**Mikrosporofyly** = „tyčinky“ – v paždí fertálních šupin (listenů) tvořících drobné jednoduché šišky



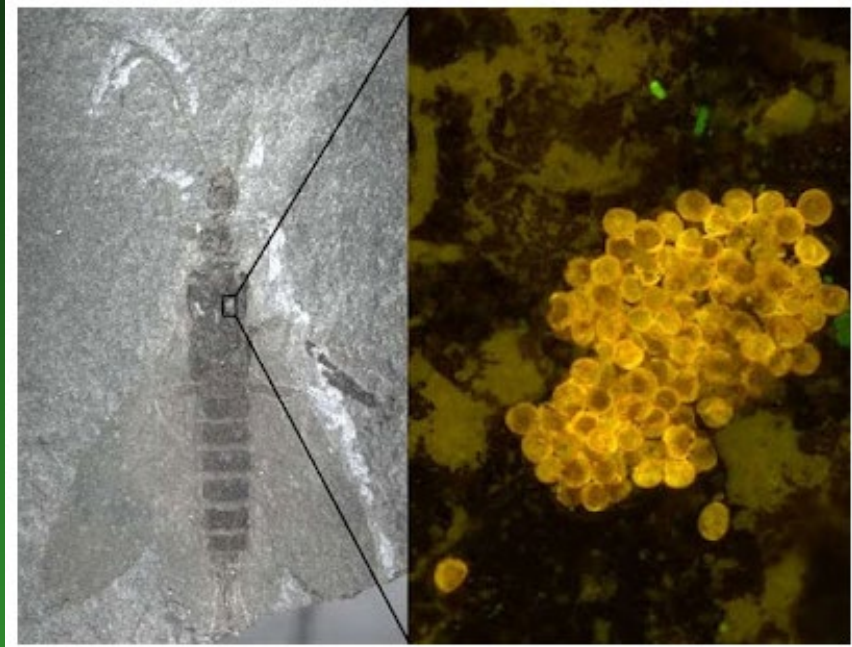
**Pyl** – většinou s jedním obvodovým vzduchovým vakem





# Pyl – většinou s jedním obvodovým vzduchovým vakem

Na opylení se mohl kromě větru podílet i permský rovnokřídlý hmyz



## BIOLOGY LETTERS

[royalsocietypublishing.org/journal/rsbl](https://royalsocietypublishing.org/journal/rsbl)

### Research

Cite this article: Khrumov AV, Foraponova T, Węgierek P. 2023 The earliest pollen-loaded



### Palaeontology

## The earliest pollen-loaded insects from the Lower Permian of Russia

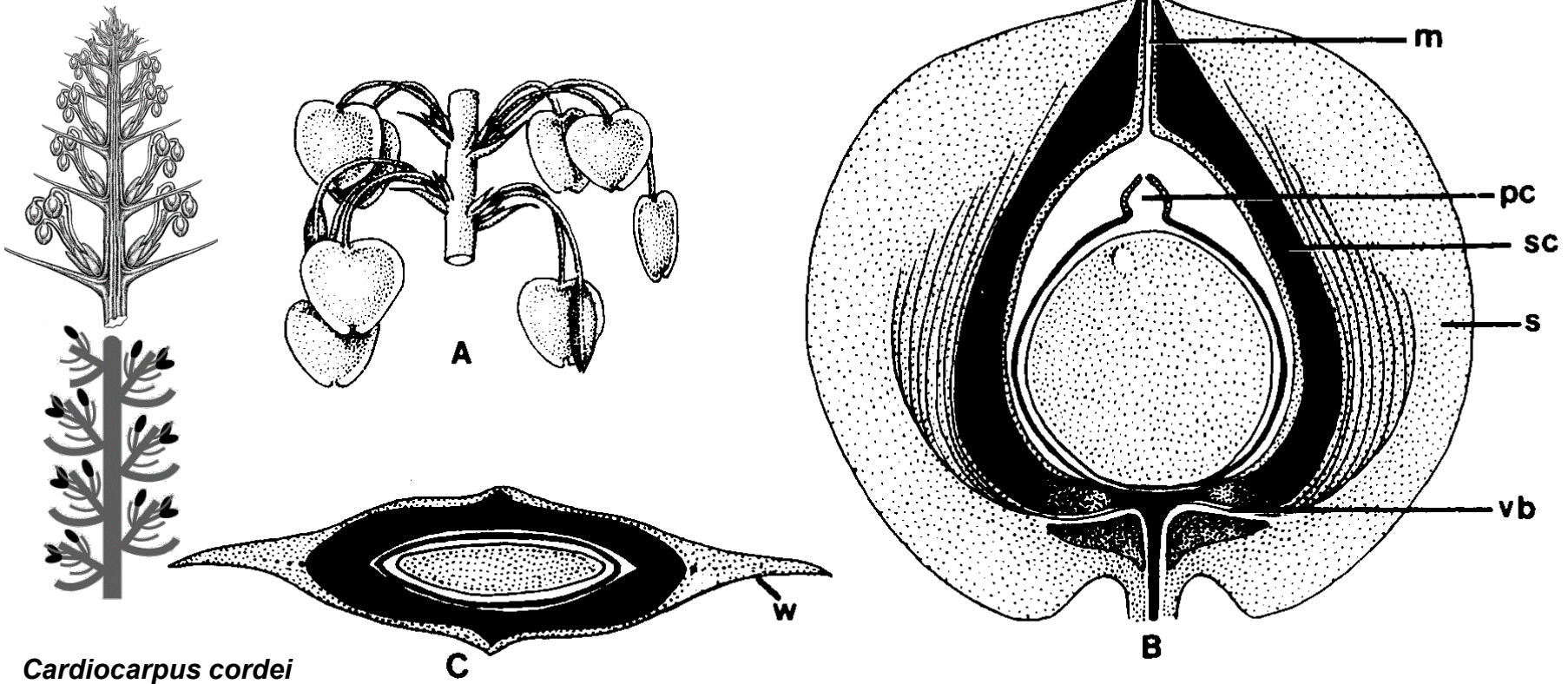
Alexander V. Khrumov<sup>1</sup>, Tatiana Foraponova<sup>1</sup> and Piotr Węgierek<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Borissiak Palaeontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow 117647, Russia

<sup>2</sup>Institute of Biology, Biotechnology and Environmental Protection, Faculty of Natural Sciences, University of Silesia in Katowice, Katowice, 40-007, Poland

DOI: 10.1098/rsbl.2023.0000

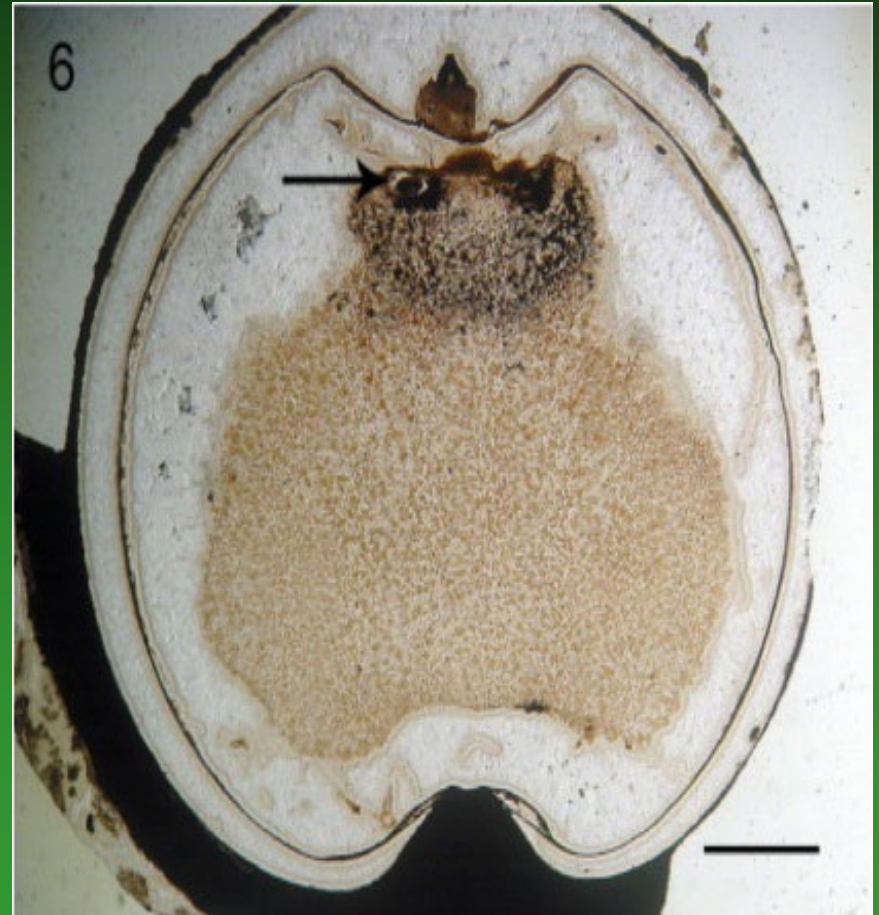
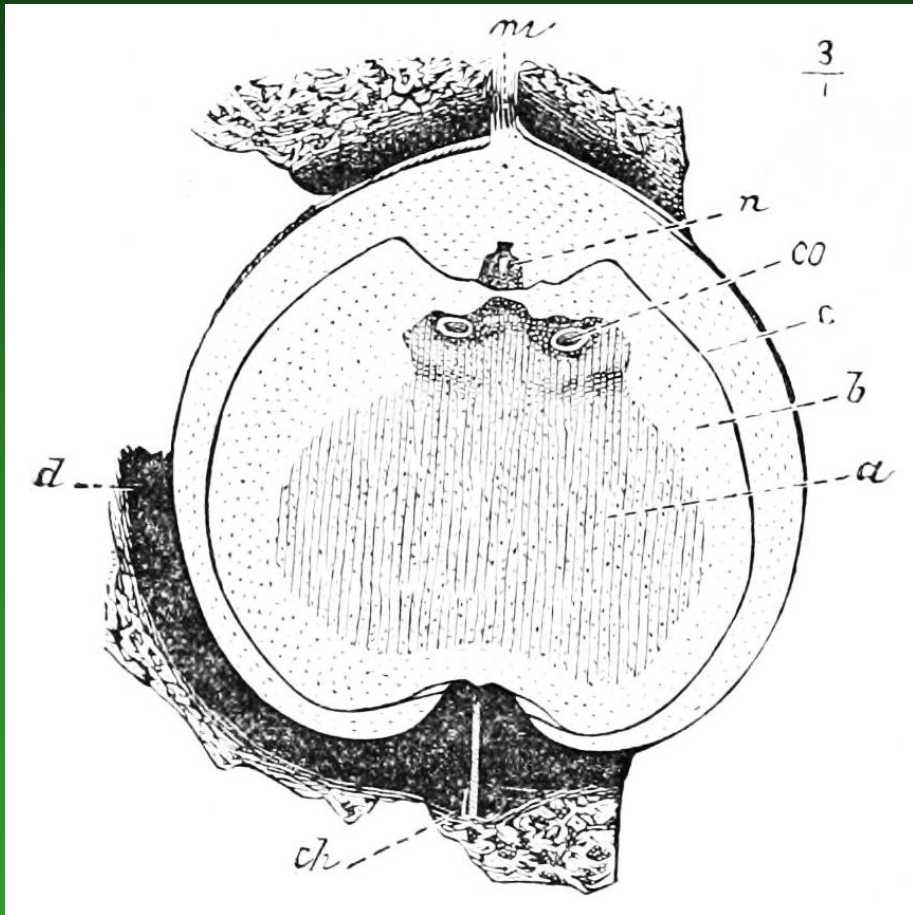
- Megastrobily** – taky jehnědovité nebo klasovité „šišky složené ze šišek“
- stopkatá plochá srdčitá vajíčka v paždí listenů jednoduchých šišek
  - semena drobná plochá „okřídlená“





# Vajíčka

- s pylovou a archeconiální komorou
- se dvěma archeconií



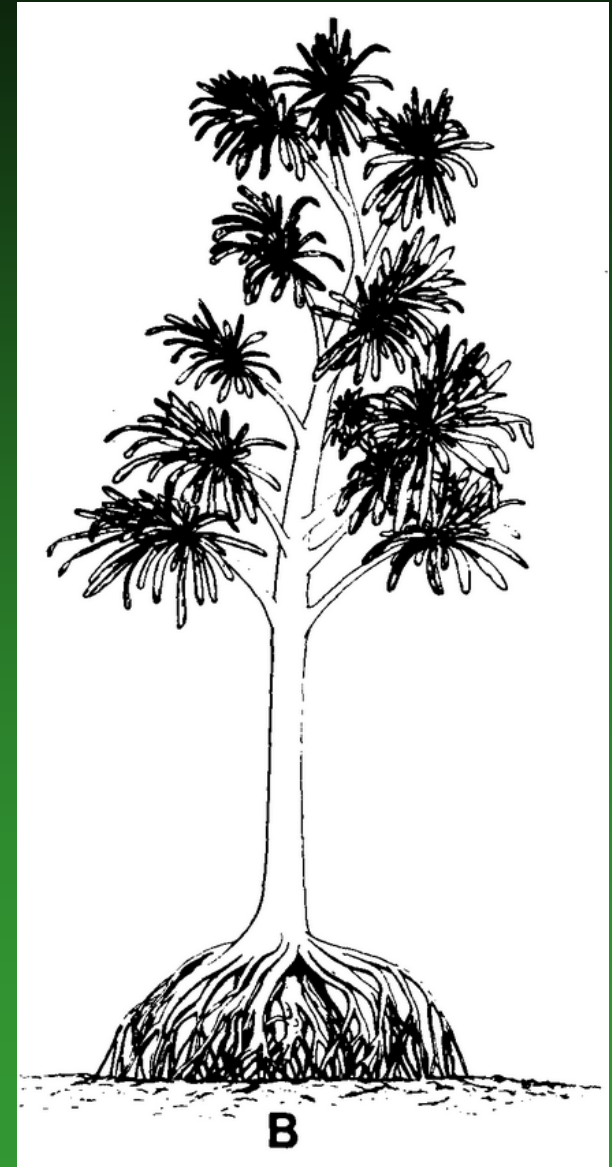
*Cardiocrarpus sclerotesta*

# Historie

- poprvé svrchní karbon (307 mya)
- vrchol přelomu karbonu a permu, kdy tvořily dominanty lesní vegetace
- vymírají ve svrchním permu (250 mya)

**Zástupci** - *Cordaites principalis*

**Naleziště:** Německo, Belgie



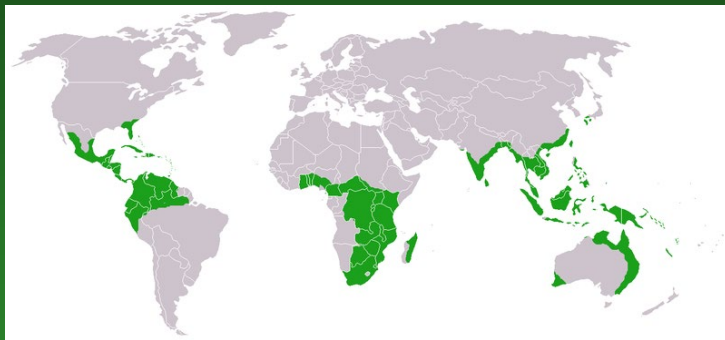


## 2. tř. *Cycadopsida* (cykasy)





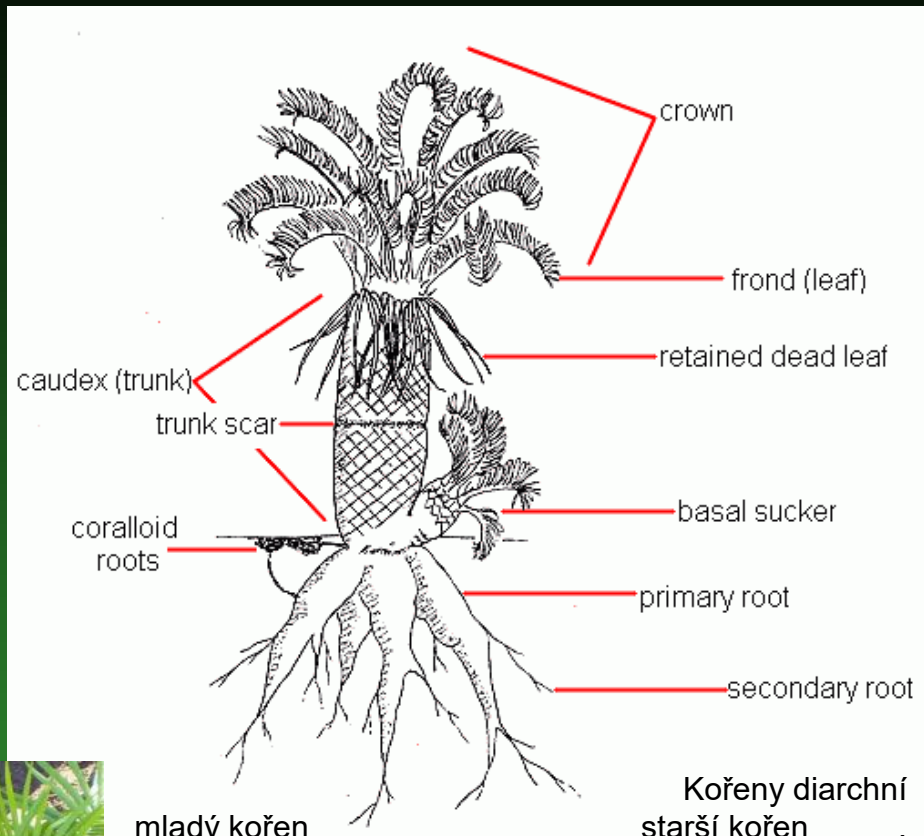
Stálezelené recentní i fosilní dvoudomé dřeviny,  
vzhledem připomínají palmy  
recentně ~300 druhů  
Hlavně tropy,  
spíše sušší stanoviště





hlavní kořen křulovitý, s četnými postranními, dichotomicky větvenými

při ohni se může kořen i kmen smrštit tak, že se část kmene zasune pod zem.



mladý kořen

Kořeny diarchní starší kořen

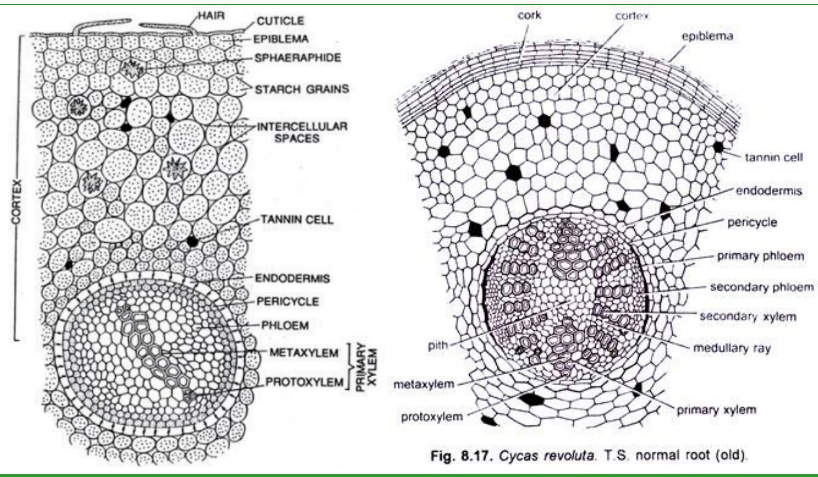
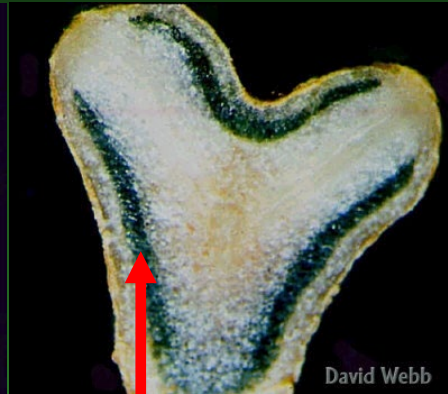
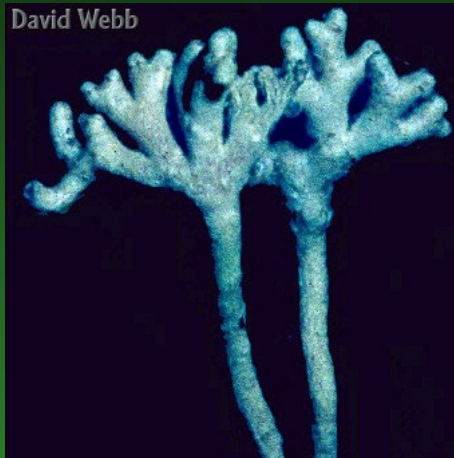


Fig. 8.17. *Cycas revoluta*. T.S. normal root (old).



Na bázi kmene adventivní **korálovité kořeny** (hlízkovité), horizontálně rostoucí. V hlízkách vrstva buněk se symbiotickými sinicemi (*Nostoc*, *Anabaena* nebo *Trichormus*, popř. bakterie rodu *Azotobacter*), fixujícími vzdušný dusík do biologicky využitelné formy - např. dusičnanů.

David Webb

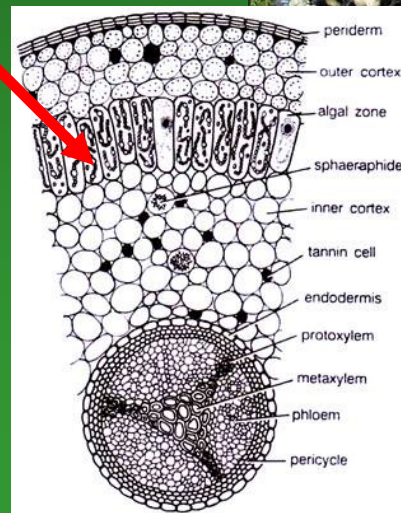
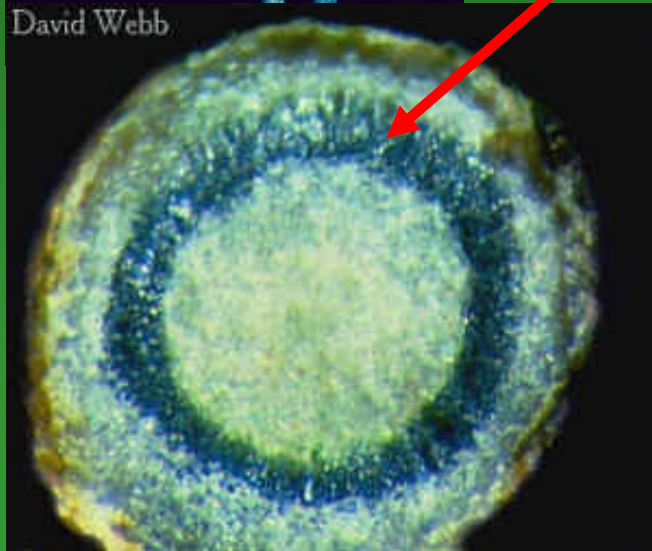


David Webb

tmavá vrstva se sinicemi



David Webb

Fig. 8.18. *Cycas revoluta* T S. coralloid root.

Kromě fixovaného dusíku produkují sinice také neurotoxin beta-N-methylamino-L-alanin (BMAA). Transportován do megastrobilů, kde je během vývoje vajíček vylučován z idioblastů jako obrana proti herbivorům.

Vodivé pletivo korálovitých kořenů je triarchní



Kmen štíhlý, válcovitý nebo kulovitý, většinou nevětvený vysoký až 15 m (tu dosahuje australská *Lepidozamia hopei*)



V kmeni je kromě xylemu vysoký podíl parenchymu = „řídká“ manoxylická struktura => nemůže odolávat mrazu a neunesl by těžké boční větve

# Soustředná kambia – při tloušťnutí kmene se vně zakládají nové kruhy kambia, vnitřní ale zůstávají ještě několik let dál aktivní = kmen tvořen soustřednými vodivými válci xylemu a floemu

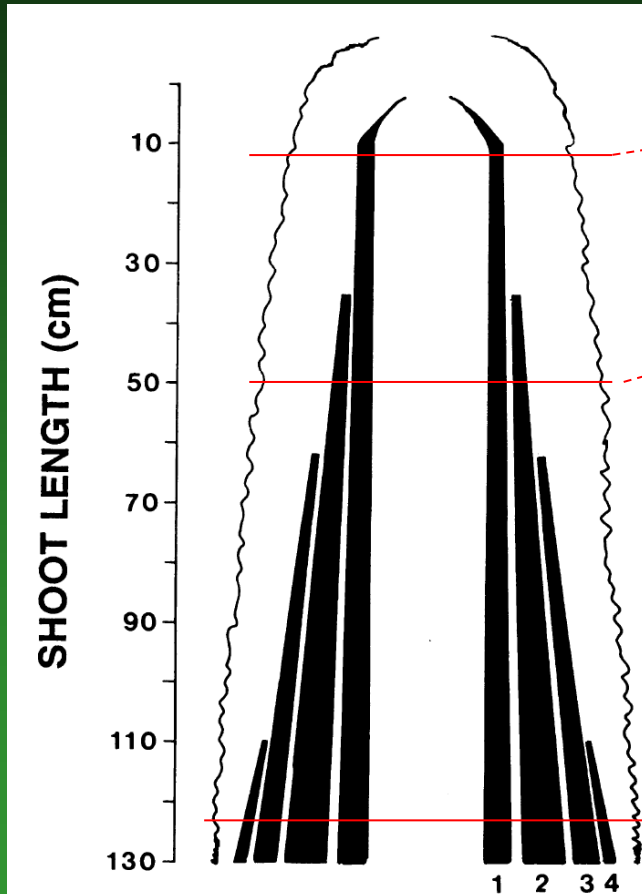
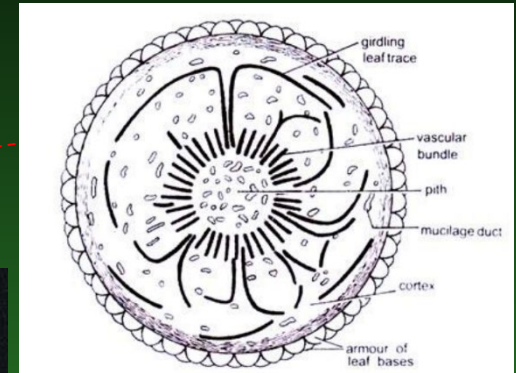
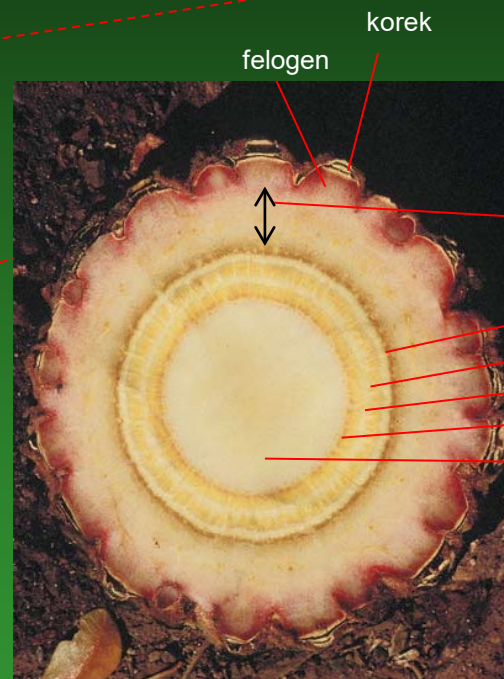


Fig. 1. Diagrammatic representation of the occurrence and maturation of the successive concentric vascular cylinders in *Cycas*. 1 = first vascular cylinder, 2-4 = successive vascular cylinders.



parenchymatická primární kůra

floem + kambium  
xylem

floem + kambium  
xylem

dřev (parenchym)

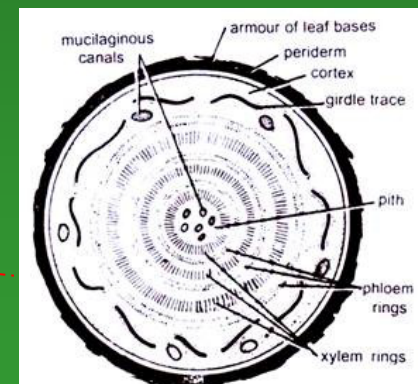


Fig. 8.22. *Cycas*. T.S. old stem (diagrammatic)





**Ságo** (nepravé) = škrobnatá opalizující kaše, která se suší a drtí na mouku. Získává se z parenchymatické kůry, dřevě a mezisvazkových parenchymatických paprsků kmene některých cykasů.





Listy v růžici na vrcholu kmene, řapíkaté, až 7 m dlouhé, tuhé, kožovité, zpravidla 1x zpeřené (velmi vz. 2x zpeřené nebo jednoduché).



*Cycas micholitzii*  
s vidličnatě  
dělenými  
lístky



*Macrozamia stenomera*  
s vícenásobně vidličnatě  
dělenými lístky / úkrojky

Fosilní cykas *Bjuvia simplex*  
s jednoduchými listy





Vedle zpeřených asimilujících listů mají také nezelené trojúhelníkovité, často hrotité, ochranné šupiny (katafyly), porostlé trichomy, Katafyly chrání vzrostný vrchol kmene.





# Kolaterální cévní svazky v řapíku a vřeteni listu cykasů uspořádány do tvaru obráceného písmene omega $\Omega$

Jednotlivý svazek floem svazková pochva

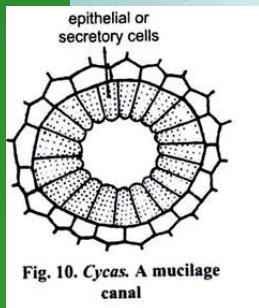
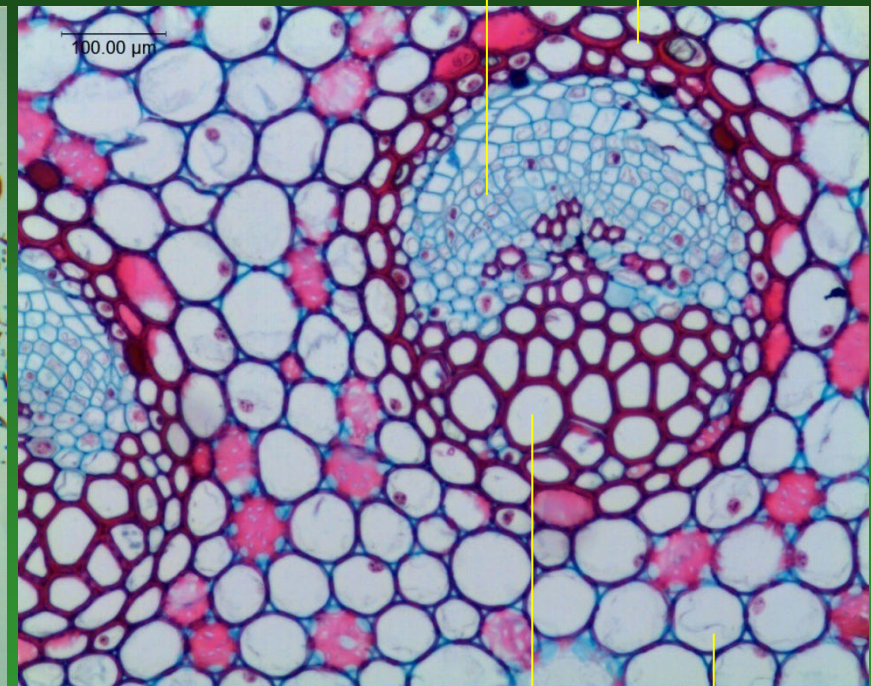


Fig. 10. *Cycas*. A mucilage canal

slizové kanálky – jsou ve všech parenchymatických částech listů i kmene

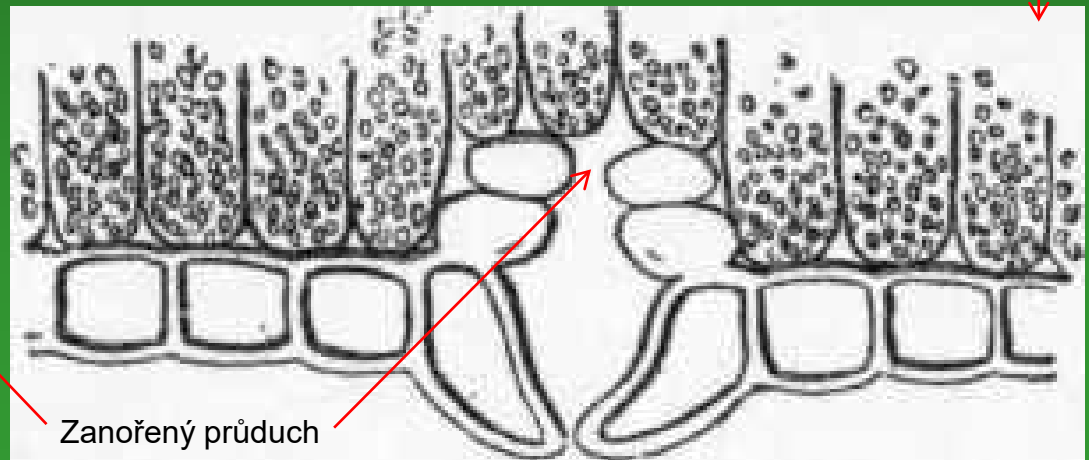
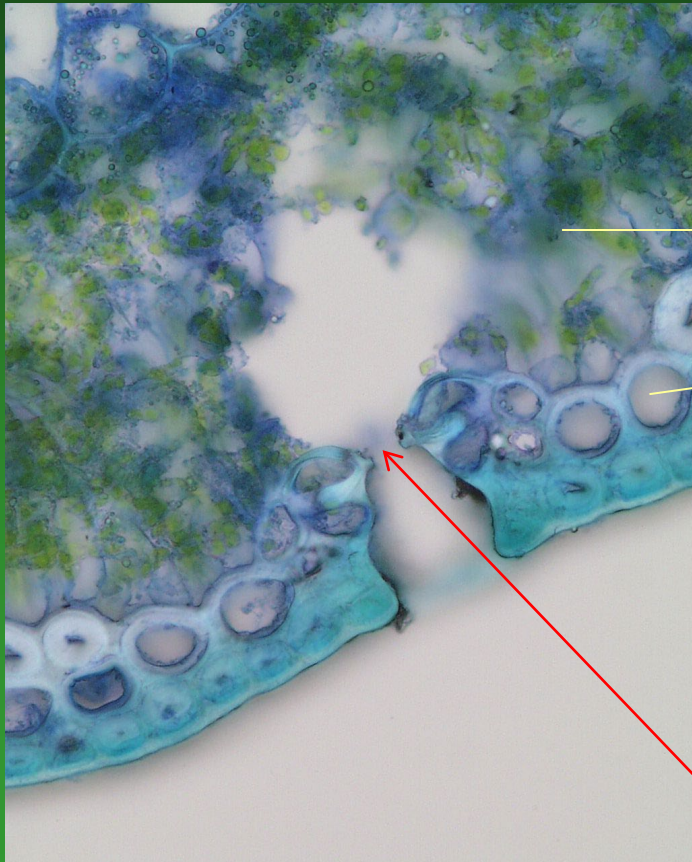
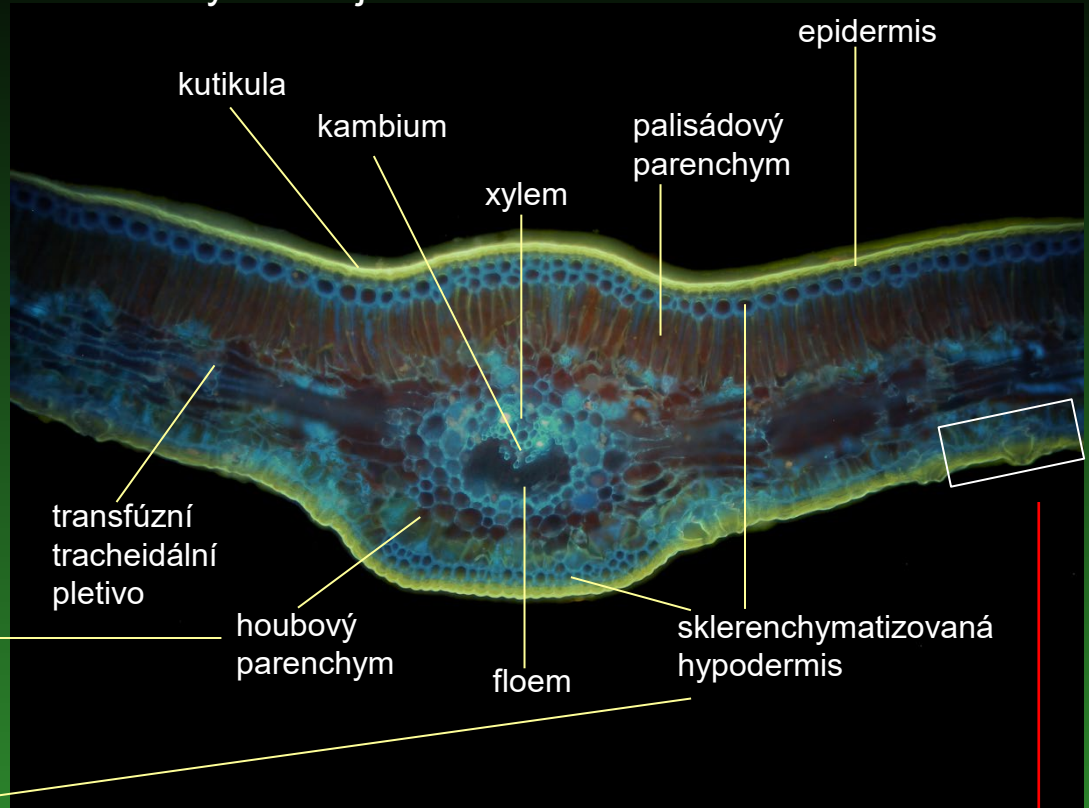
xylem s tracheidami

parenchym

Řez listovým úkrojkem s kolaterální střední žilkou

Kutikula - silná

Průduchy – často hluboce zanořené





Úkrojky listů - v mládí circinálně svinuté, v dospělosti často s hrotitou špičkou

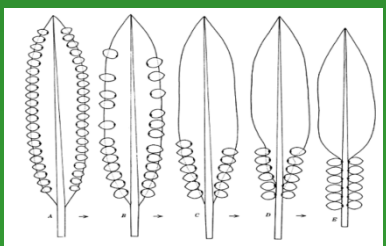


**Sporofyly často v šišticích (strobilech), nebo ve spirálovitém terminálním chocholu.** Reprodukční orgány mohou vznikat každý rok, u některých druhů však jejich tvorba může být jen jednou za 10–15 let; u některých druhů je tvorba šištic inicializovaná požárem.





Na jednom sporofylu většinou 2 vajíčka (někdy až 8)





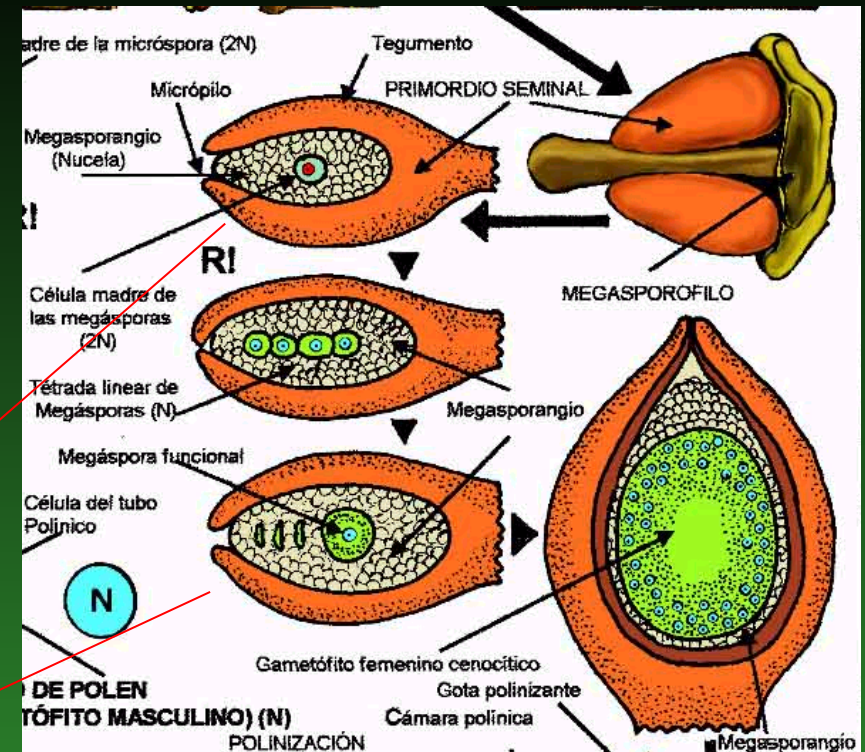


Vajíčko (= homolog  
megasporangia)

Pletivo uvnitř vajíčka = nucellus  
= (homolog archesporia)

(1) Jedna z buněk nucellu  
(mateřská) se meiózou rozdělí  
na 4 haploidní spóry;

(2) Tři z nich zaniknou



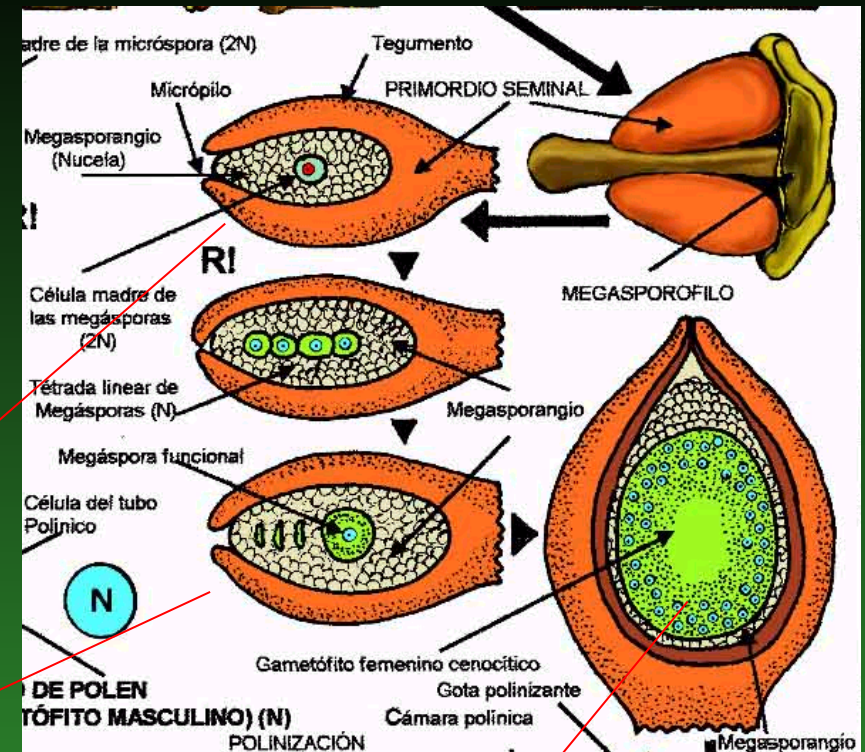
Vajíčko (= homolog  
megasporangia)

Pletivo uvnitř vajíčka = nucellus  
= (homolog archesporia)

(1) Jedna z buněk nucellu  
(mateřská) se meiózou rozdělí  
na 4 haploidní spóry;

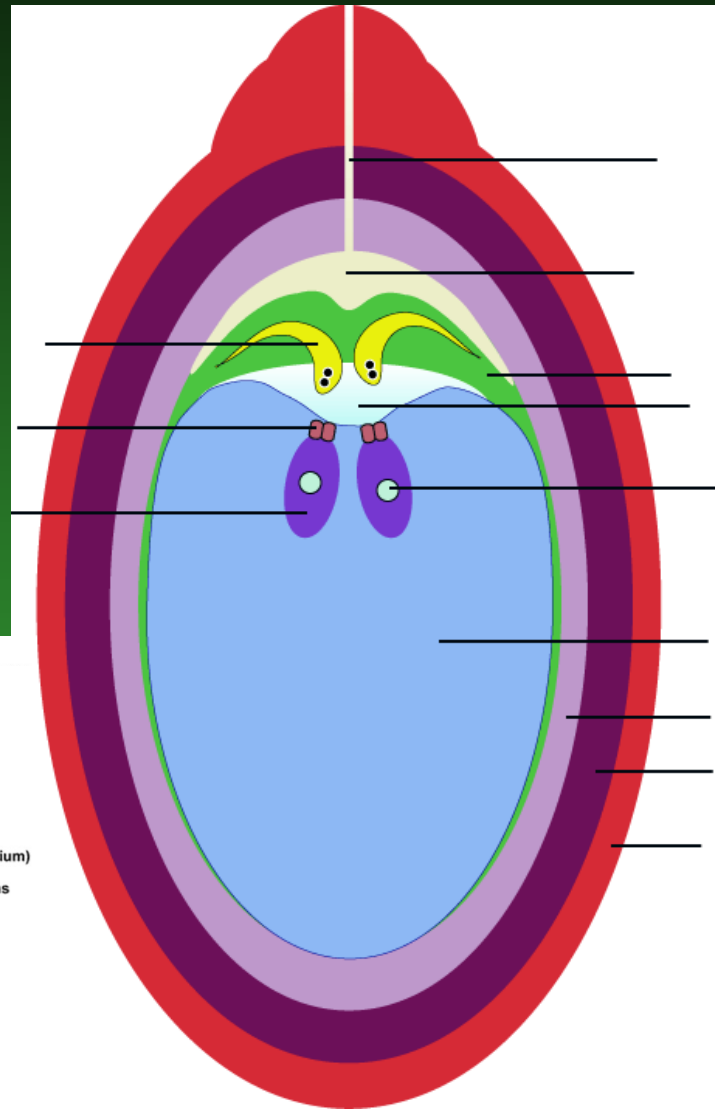
(2) Tři z nich zaniknou

(3) Zbude 1 megaspóra, která dělením vyplní vnitřek vajíčka  
megaprothaliem (= samičím gametofytem) s archegonií.



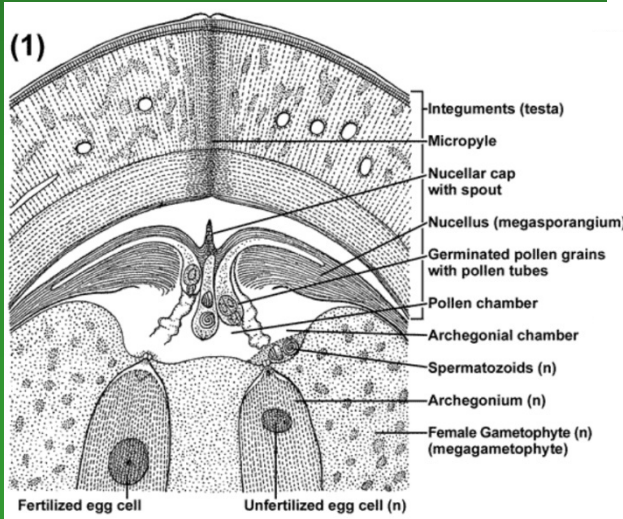


# Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

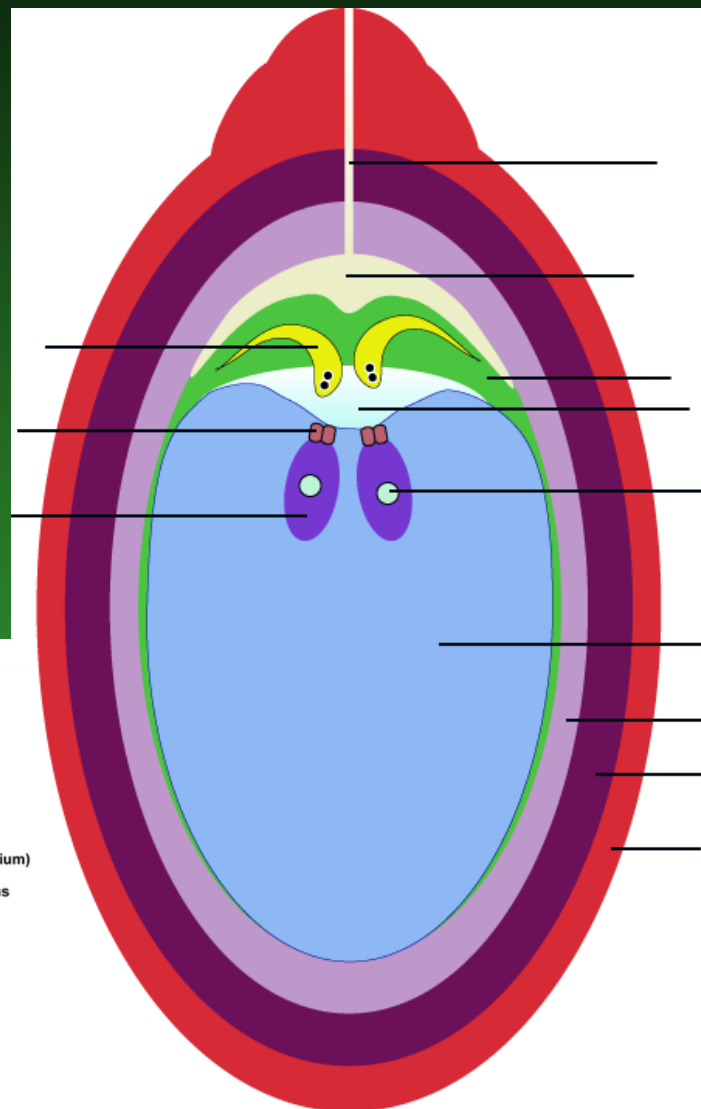


nucellus

\ (→ vnitřní blanité osemení)  
 – integument (→ sklerotesta)  
 / (→sarkotesta)



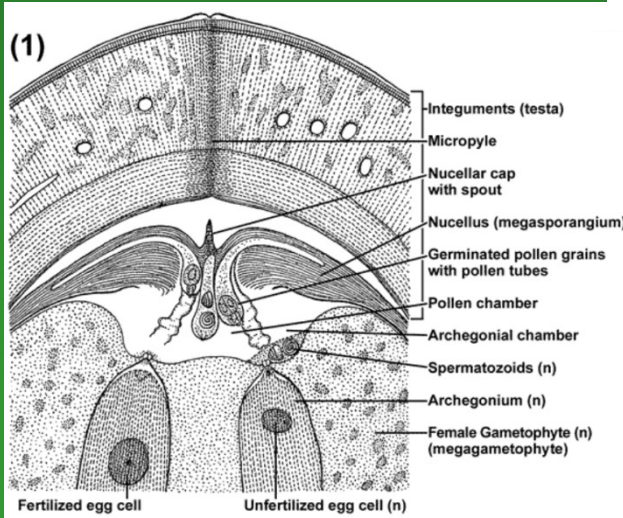
# Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární



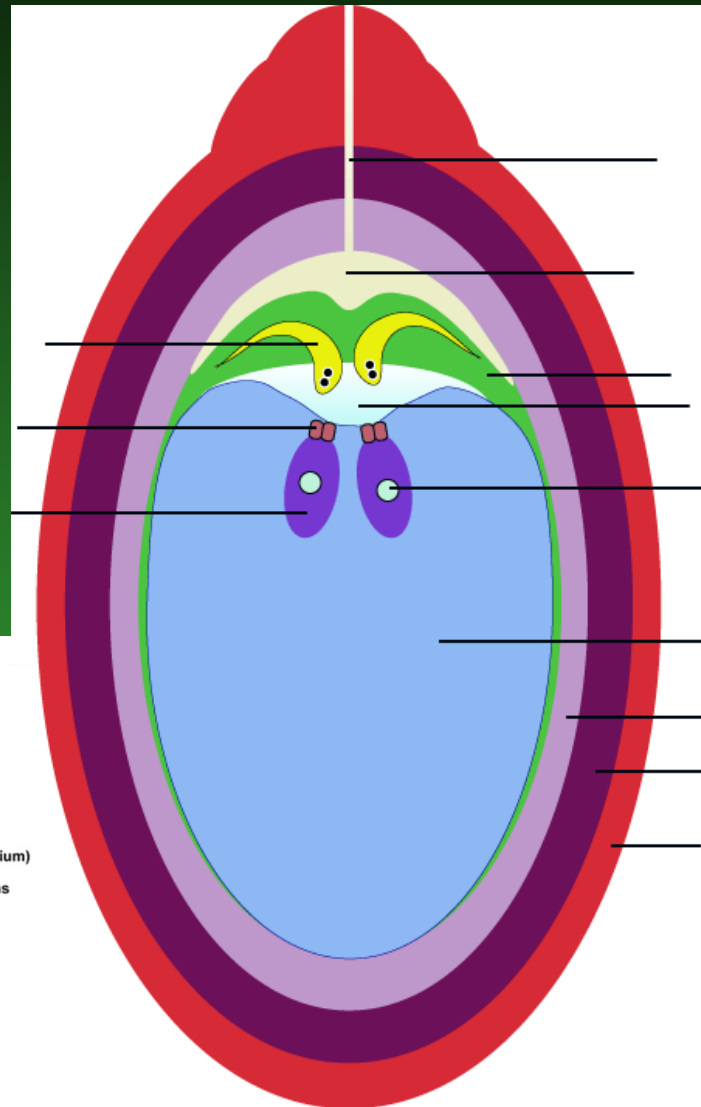
mikropyle

nucellus

\ (→ vnitřní blanité osemení)  
 – integument (→ sklerotesta)  
 / (→sarkotesta)



# Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

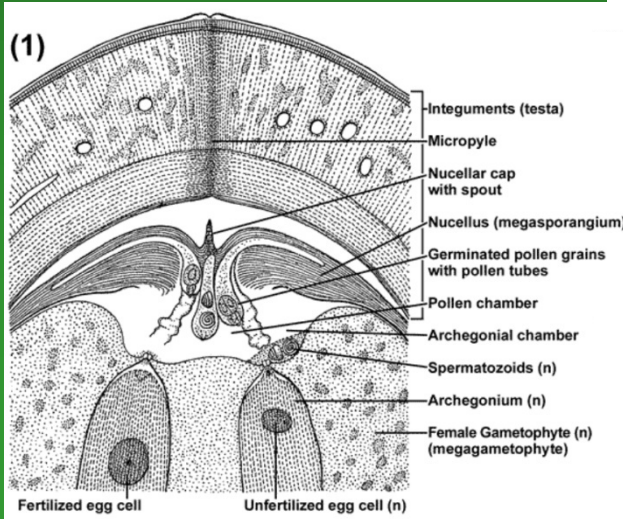


mikropyle

**pylová komora**

nucellus

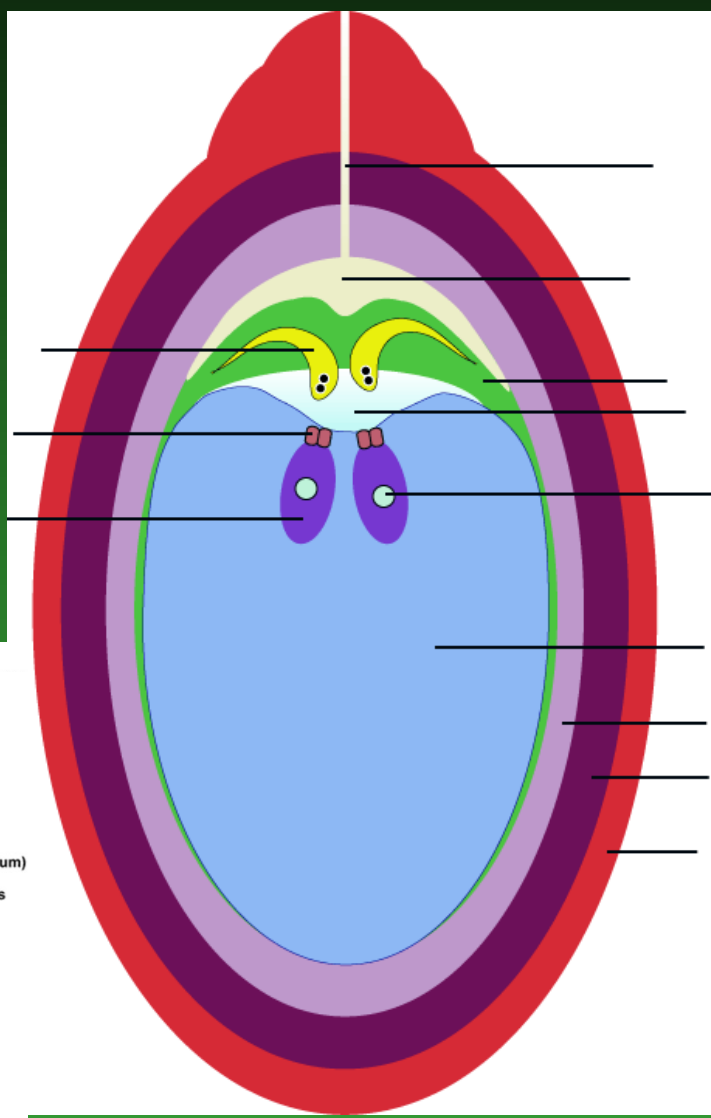
\ (→ vnitřní blanité osemení)  
 – integument (→ sklerotesta)  
 / (→ sarkotesta)



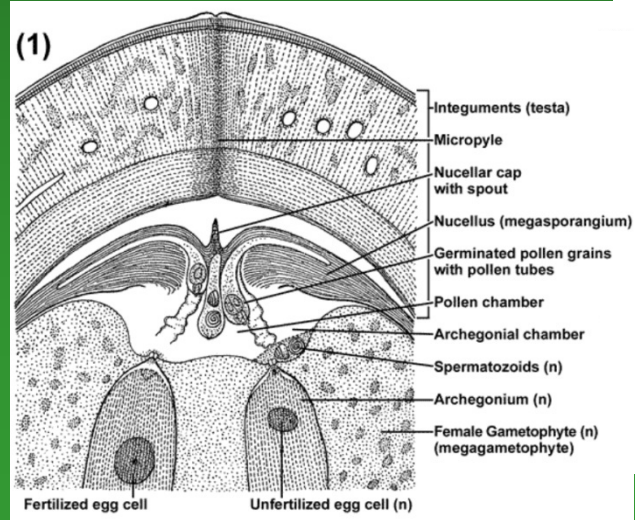


# Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

láčka pylová = mikroprothalamium  
= samčí gametofyt

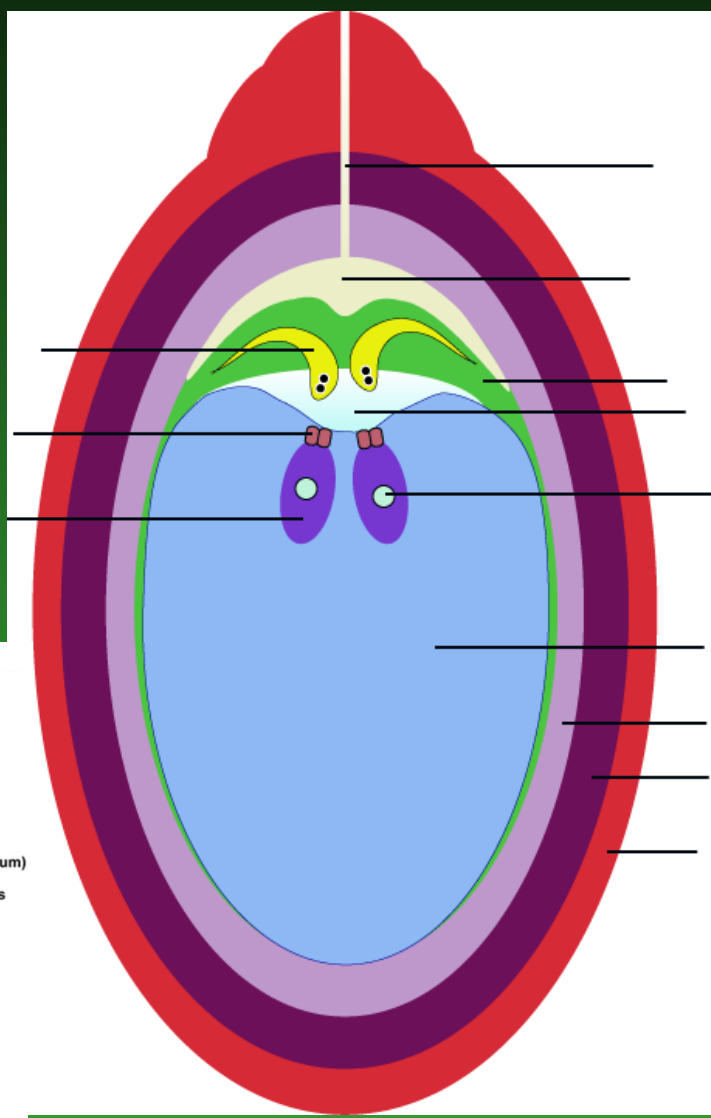


- mikropyle
- pylová komora
- nucellus
- \ (→ vnitřní blanité osemení)
- integument (→ sklerotesta)
- / (→ sarkotesta)

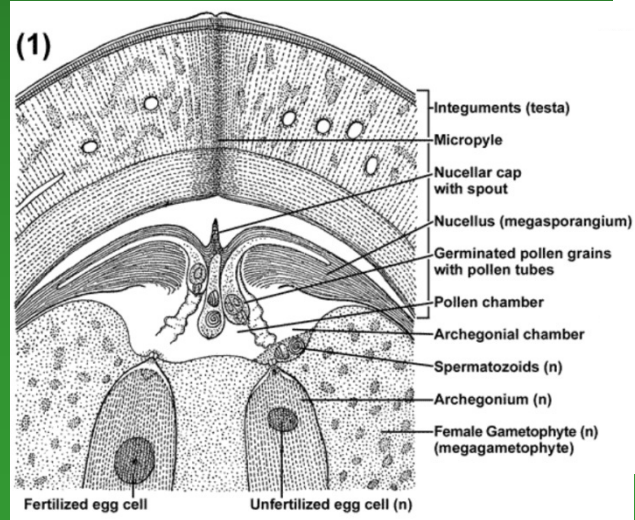


# Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

láčka pylová = mikroprothalamium  
= samčí gametofyt

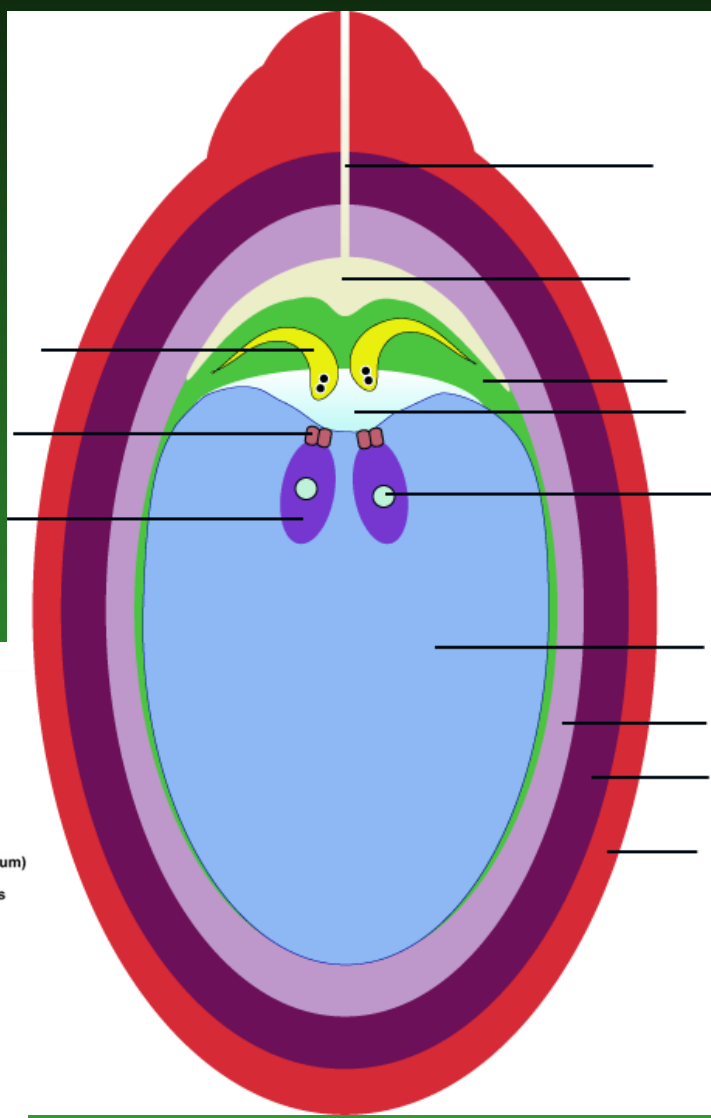


- mikropyle
- pylová komora
- nucellus
- archegoniální komora**
- \ (→ vnitřní blanité osemení)
- integument (→ sklerotesta)
- / (→sarkotesta)



# Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

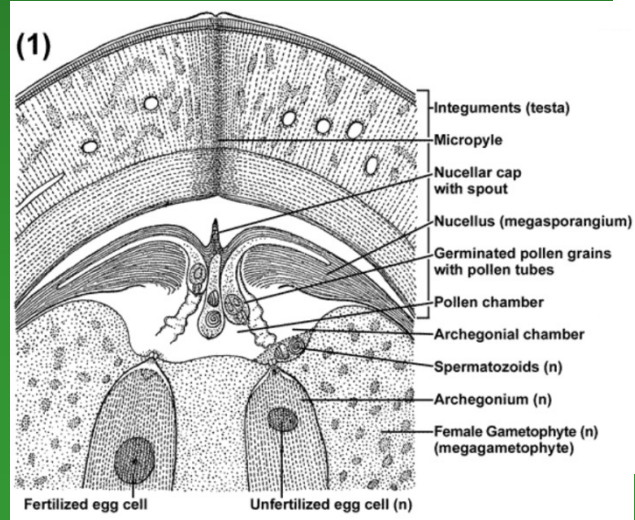
láčka pylová = mikroprothalamium  
= samčí gametofyt



mikropyle  
pylová komora  
nucellus  
archegoniální komora

**samičí gametofyt  
= megaprothalamium**

\ (→ vnitřní blanité osemení)  
– integument (→ sklerotesta)  
/ (→ sarkotesta)

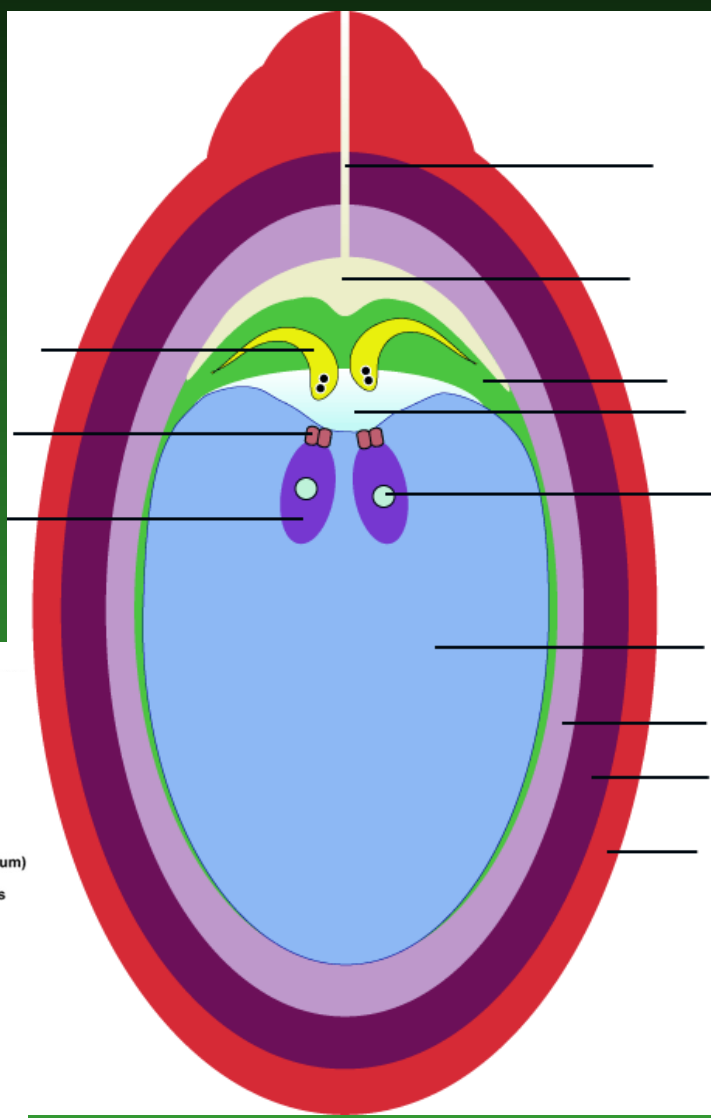




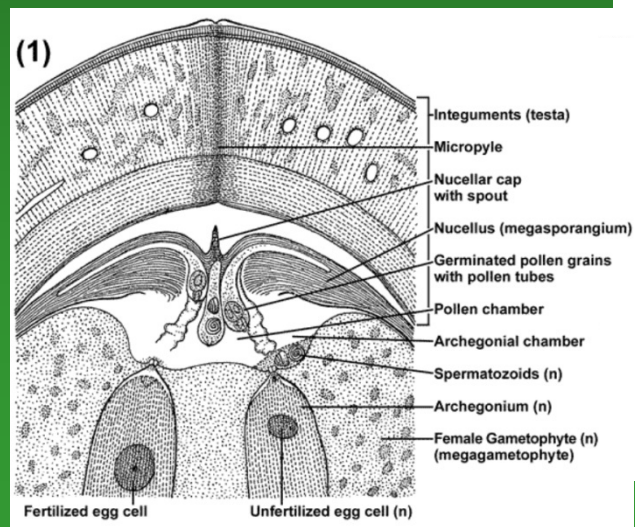
# Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

láčka pylová = mikroprothalamium  
= samčí gametofyt

**krček archegonia**  
**archegonium**



mikropyle  
pylová komora  
nucellus  
archegoniální komora  
samičí gametofyt = megaprothalamium  
\ (→ vnitřní blanité osemení)  
- integument (→ sklerotesta)  
/ (→ sarkotesta)

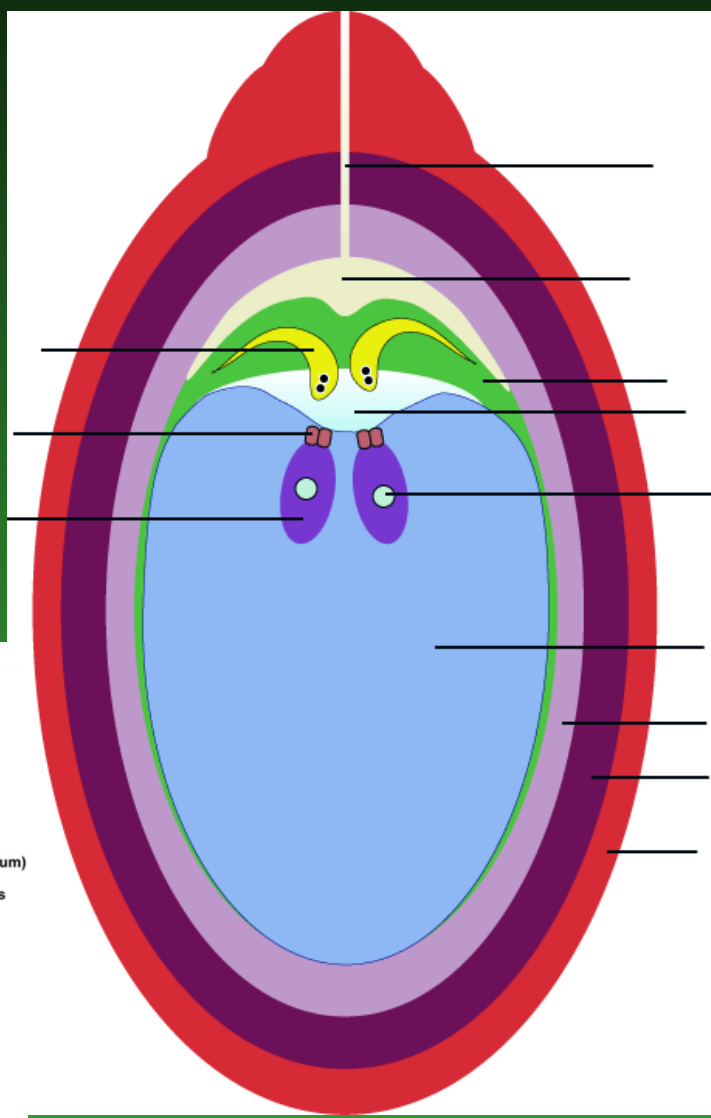


# Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

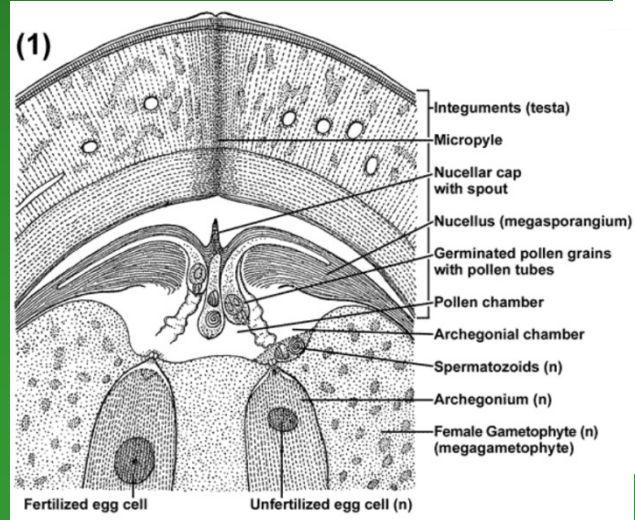
láčka pylová = mikroprothalamium  
= samčí gametofyt

krček archegonia

archegonium



mikropyle  
pylová komora  
nucellus  
archegoniální komora  
**oosféra**  
samičí gametofyt = megaprothalamium  
\ (→ vnitřní blanité osemení)  
- integument (→ sklerotesta)  
/ (→sarkotesta)

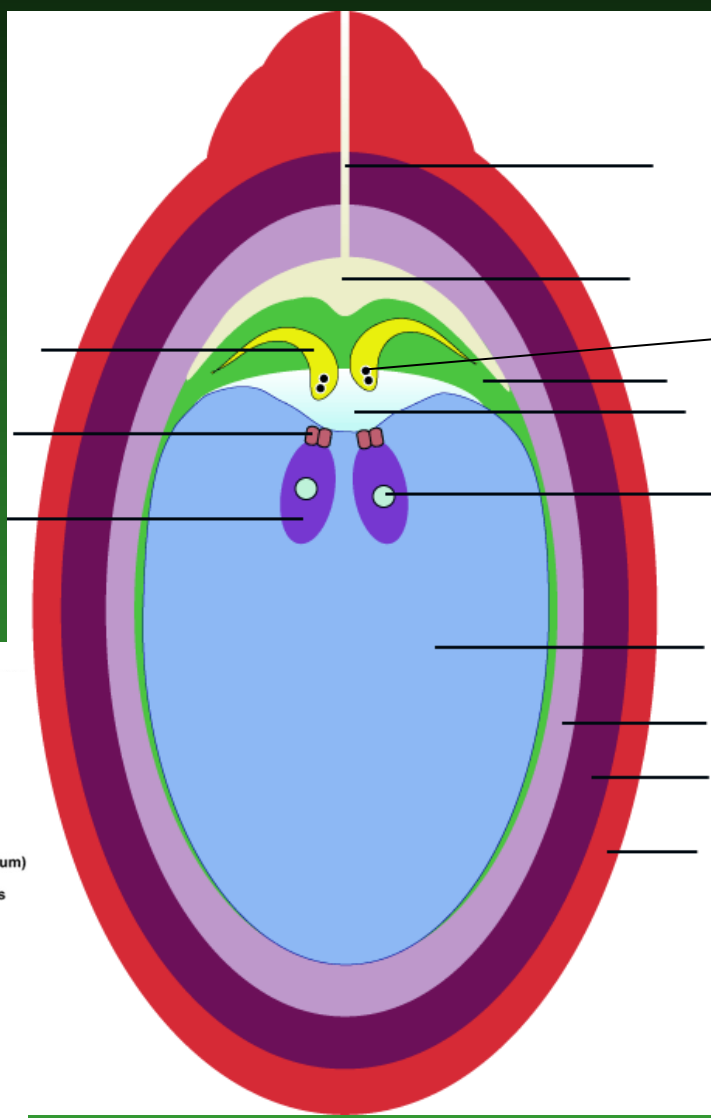


# Vajíčka mají 1 trojvrstevný obal + obal nucelární

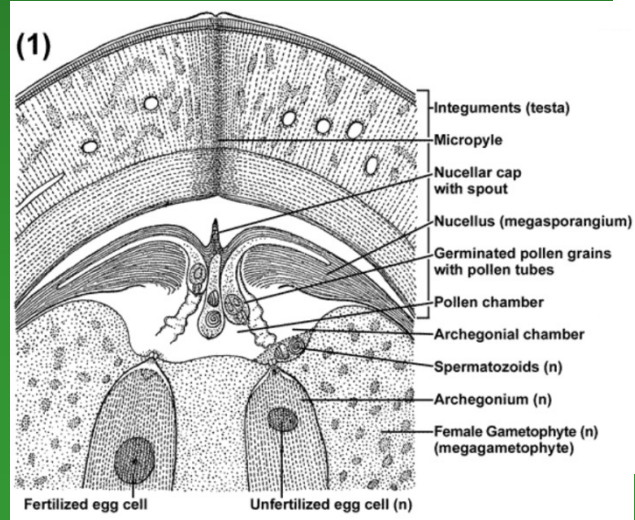
láčka pylová = mikroprothalam  
= samčí gametofyt

krček archegonia

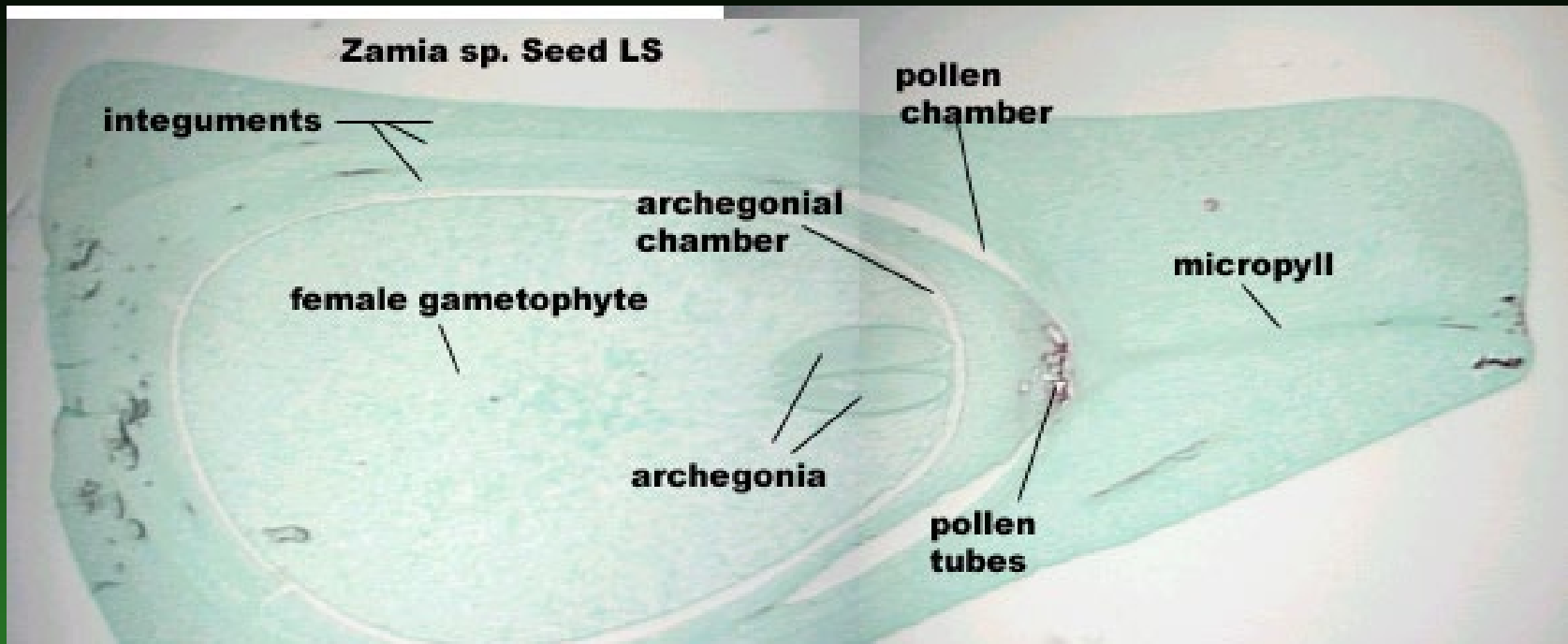
archegonium



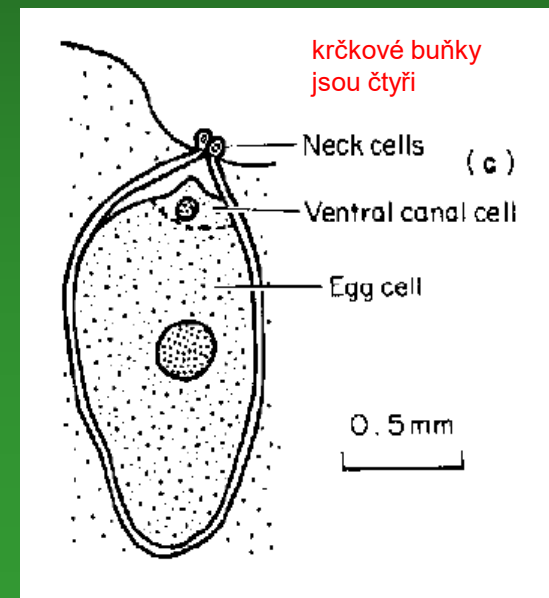
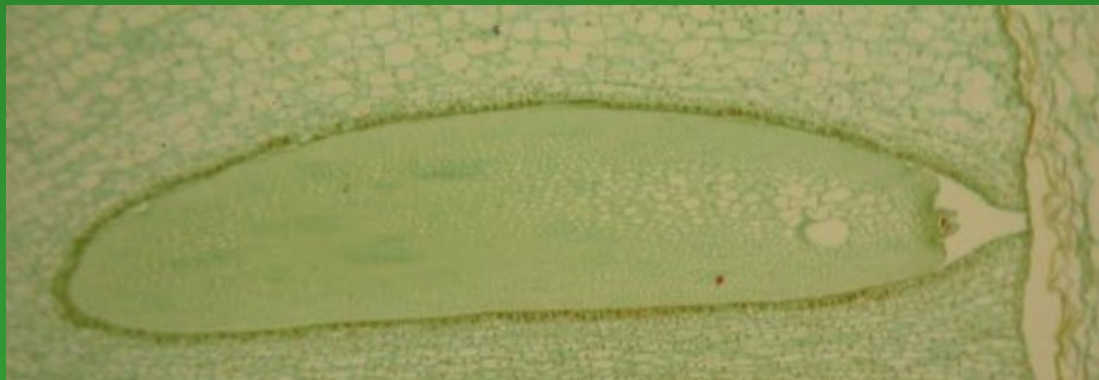
mikropyle  
pylová komora  
**spermatozoidy**  
nucellus  
archegoniální komora  
oosféra  
samičí gametofyt = megaprothalam  
\ (→ vnitřní blanité osemení)  
- integument (→ sklerotesta)  
/ (→ sarkotesta)



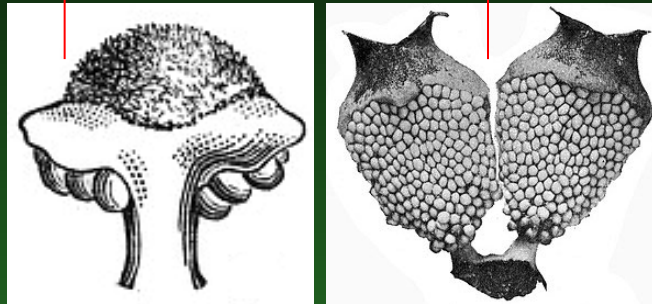




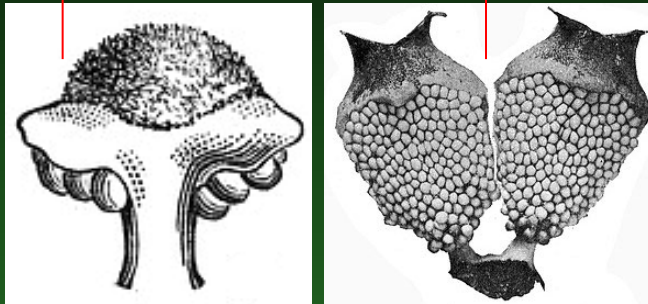
archegonia poměrně jednoduché stavby 6 buněk



# Mikrosporofyly – štítkovité nebo šupinovitě



# Mikrosporofyly – štitkovité nebo šupinovitě



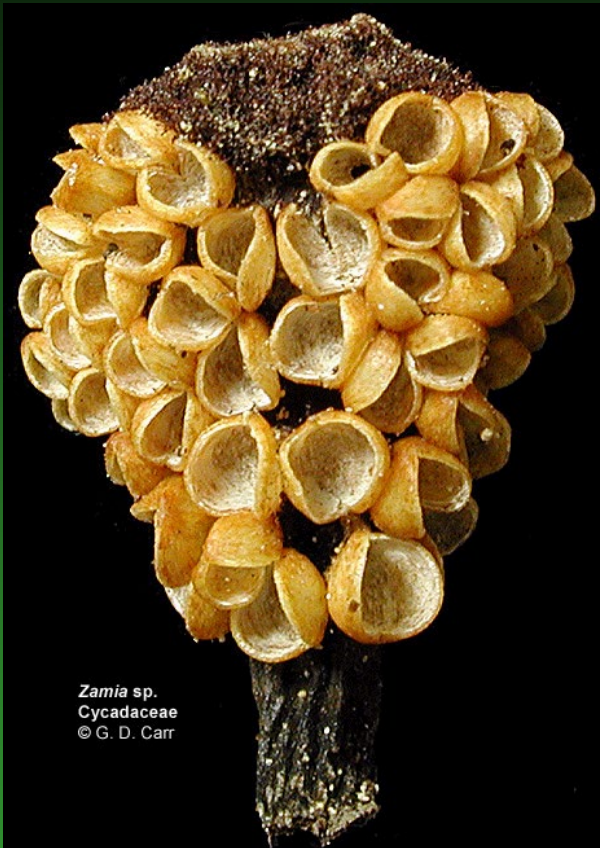
vždy ve strobilech

*Zamia* sp.  
Cycadaceae  
© G. D. Carr

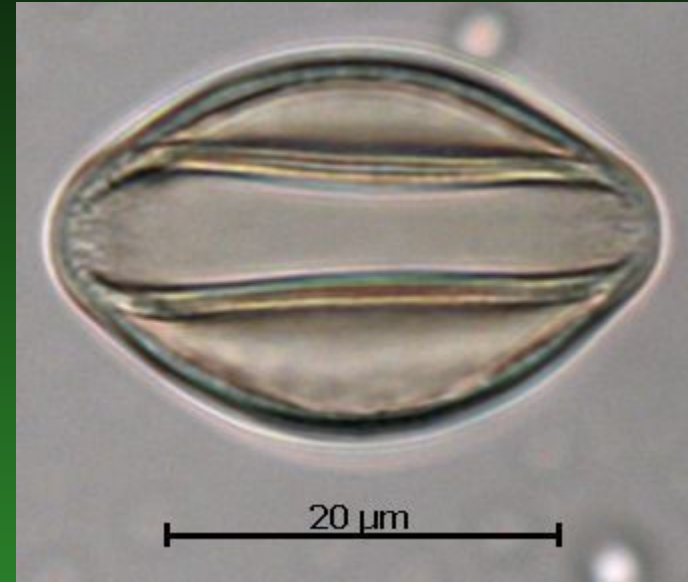
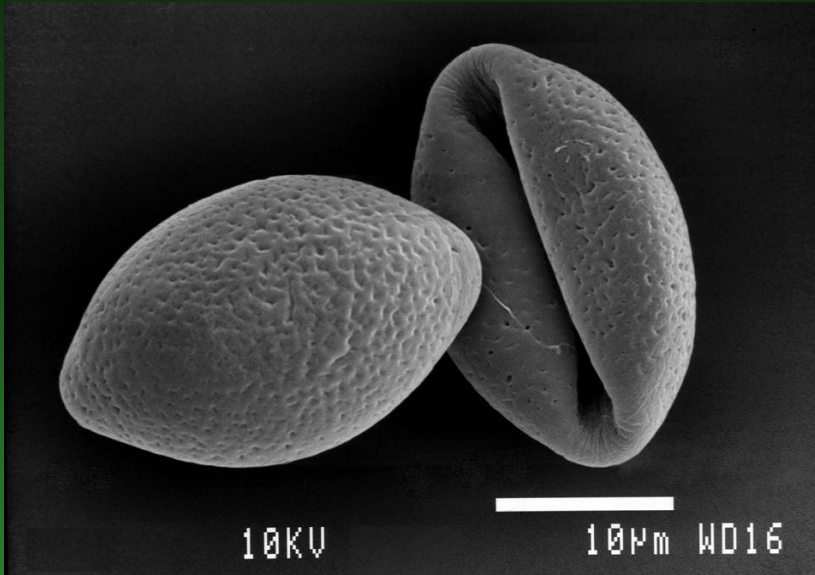




# Mikrosporangia – ve velkém množství na abaxiální ploše mikrosporofylu



# Pyl – monokolpátní bez vzdušných vaků



# Přenos pylových zrn – větrem

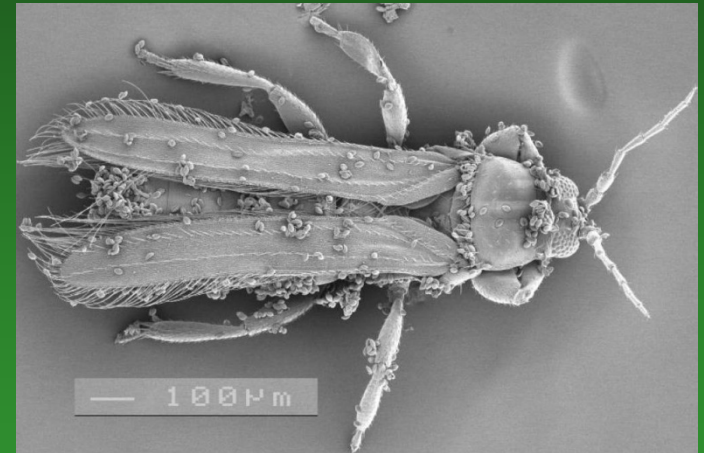




# Přenos pylových zrn třásněnkami

Třásněnky žerou pyl cykasů

slabá koncentrace myrcenu láká třásněnky do  
mikrostrobilů (jejich přítomnost detekována uvolněním teploty z jejich těl)

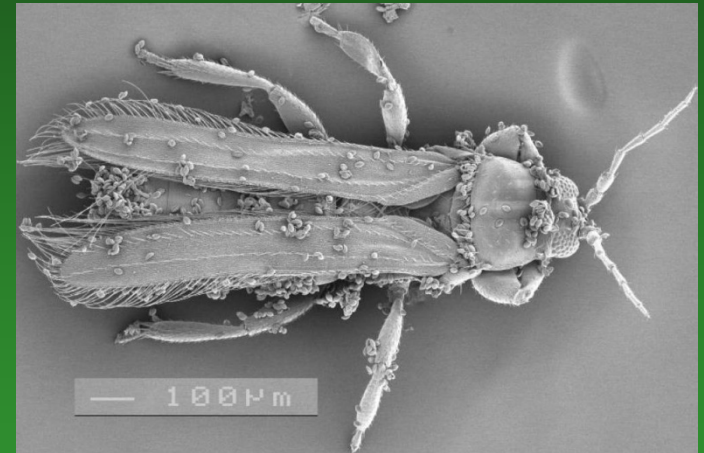


třásněnka *Cycadotherips chadwicki*  
pokrytá mikrospórami  
*Macrozamia lucida*

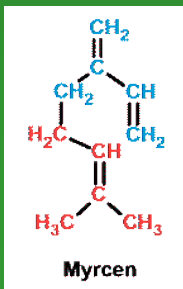
# Přenos pylových zrn třásněnkami

Třásněnky žerou pyl cykasů

slabá koncentrace myrcenu láká třásněnky do mikrostrombilů (jejich přítomnost detekována uvolněním teploty z jejich těl)



třásněnka *Cycadothrips chadwicki*  
pokrytá mikrospórami  
*Macrozamia lucida*



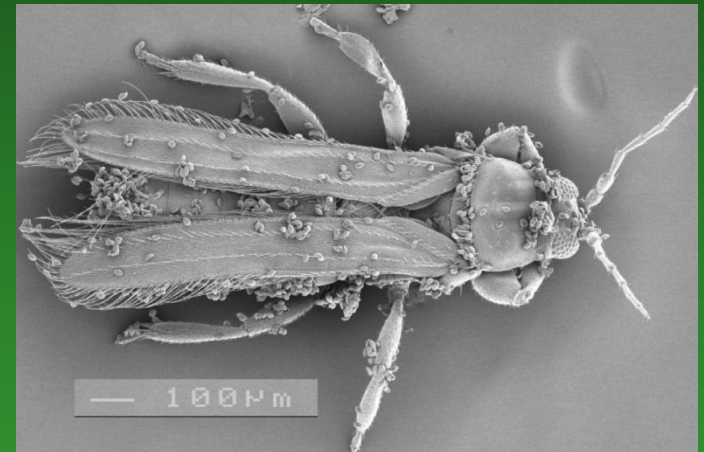
Myrcen (nazýván dle myrtovitých, u nichž byl poprvé detekován.  
Surovina v parfumní výrobě.

# Přenos pylových zrn třásněnkami

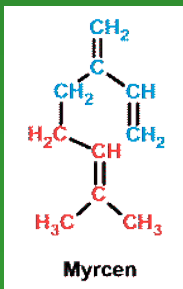
Třásněnky žerou pyl cykasů

slabá koncentrace myrcenu láká třásněnky do mikrostrombilů (jejich přítomnost detekována uvolněním teploty z jejich těl)

mikrostrombily s třásněnkami metabolicky zvýší teplotu až o 25 °C (oxidací sacharidů, zejm. škrobu, ve specializovaných termogenních buňkách s vysokou koncentrací mitochondrií uvnitř strobilu)



třásněnka *Cycadothrips chadwicki*  
pokrytá mikrospórami  
*Macrozamia lucida*



Myrcen (nazýván dle myrtovitých, u nichž byl poprvé detekován. Surovina v parfumní výrobě.



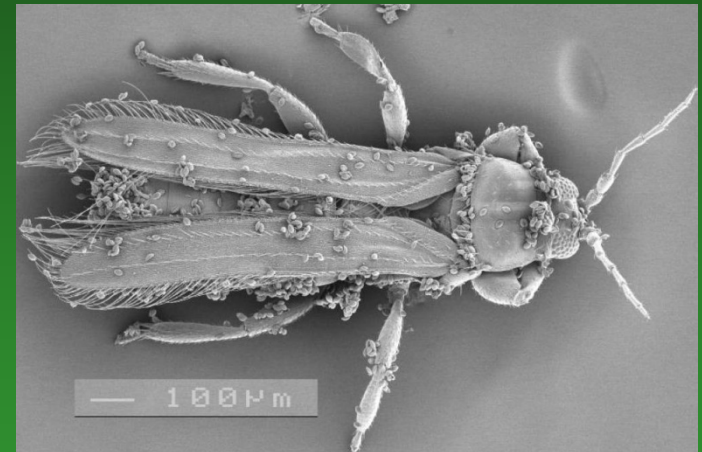
# Přenos pylových zrn třásněnkami

Třásněnky žerou pyl cykasů

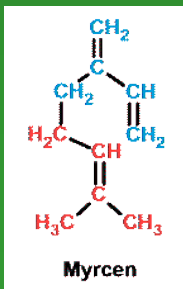
slabá koncentrace myrcenu láká třásněnky do mikrostrombilů (jejich přítomnost detekována uvolněním teploty z jejich těl)

mikrostrobily s třásněnkami metabolicky zvýší teplotu až o 25 °C (oxidací sacharidů, zejm. škrobu, ve specializovaných termogenních buňkách s vysokou koncentrací mitochondrií uvnitř strobilu)

uvolní se myrcen a jeho vysoká koncentrace vypudí třásněnky



třásněnka *Cycadothrips chadwicki*  
pokrytá mikrospórami  
*Macrozamia lucida*



Myrcen (nazývá dle myrtovitých, u nichž byl poprvé detekován. Surovina v parfumní výrobě.

# Přenos pylových zrn třásněnkami

Třásněnky žerou pyl cykasů

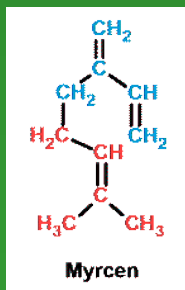
slabá koncentrace myrcenu láká třásněnky do mikrostrombilů (jejich přítomnost detekována uvolněním teploty z jejich těl)

mikrostrombily s třásněnkami metabolicky zvýší teplotu až o 25 °C (oxidací sacharidů, zejm. škrobu, ve specializovaných termogenních buňkách s vysokou koncentrací mitochondrií uvnitř strobilu)

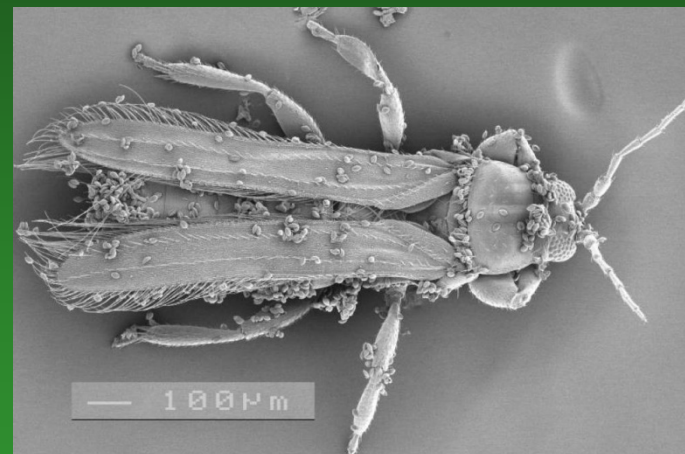
uvolní se myrcen a jeho vysoká koncentrace vypudí třásněnky

vypuzené třásněnky hledají pyl v podobně vonících megastrobilech

Zahřívání se cyklicky opakuje => přenos pylu mezi pohlavími.



Myrcen (nazýván dle myrtovitých, u nichž byl poprvé detekován. Surovina v parfumní výrobě.



třásněnka *Cycadothrips chadwicki*  
pokrytá mikrospórami  
*Macrozamia lucida*

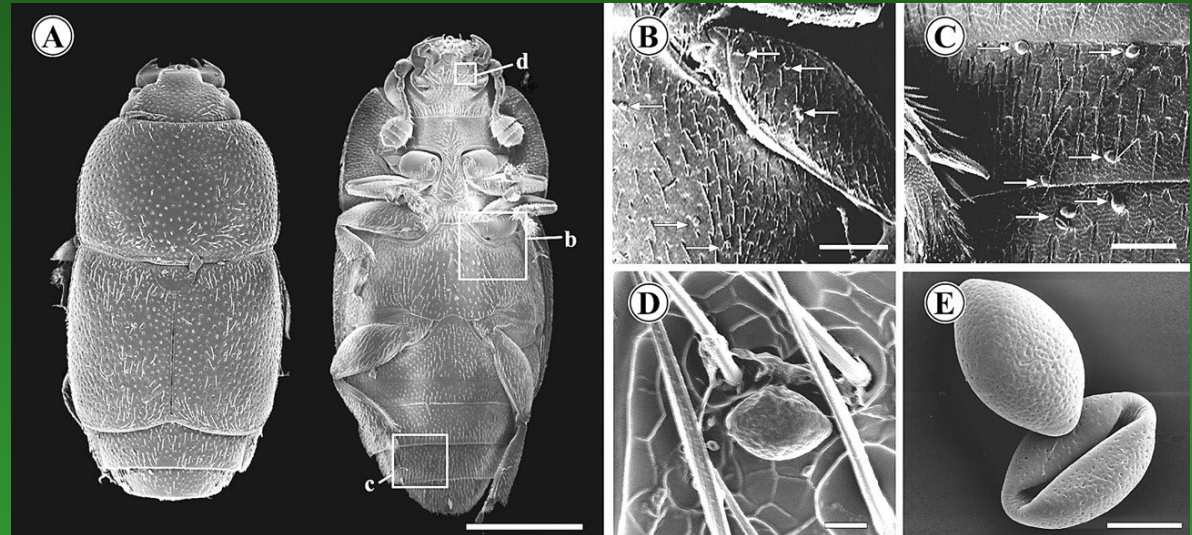
# Podobně se přenášejí pyl zamií i brouci



**Samčí strobily** – bez toxinů = brouci je mohou žrát a při tom se kontaminovat pylem

**Samičí šišťice** – s toxiny z kořenových sinic = brouci po nalétnutí do samičí šišťice zjistí, že se díky toxinům žrát nedá = kontaminují vajíčka pylem ale nesežerou je!

*Pharaxonotha zamiae*  
larvy se živí pylem dospělci také  
přenos pylu nastane při  
nechtěných návštěvách  
samičích šištic

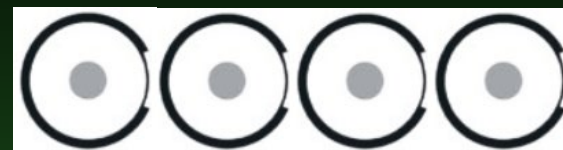


**Konzervativní morfologie cykasů = kantarogamie u nich může být stará až 300 mil. let – právě z té doby pocházejí nejstarší fosílie brouků!**



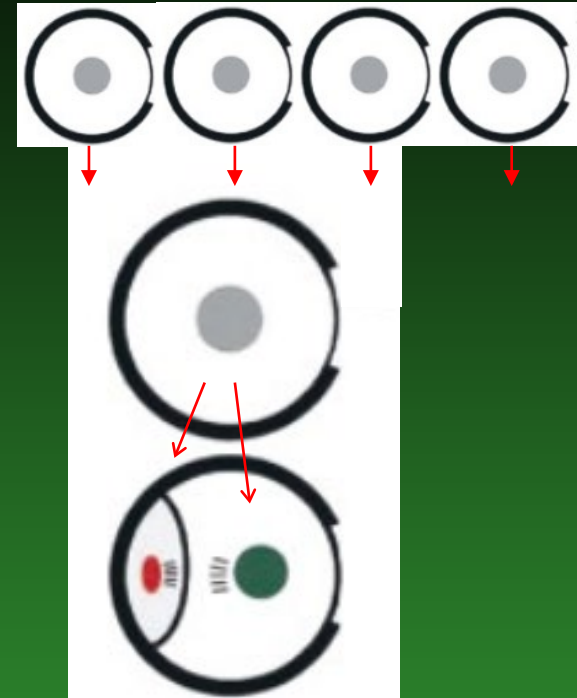
# Vznik pylu v mikrosporangiu

1. Meióza → tetráda haploidních mikrospór



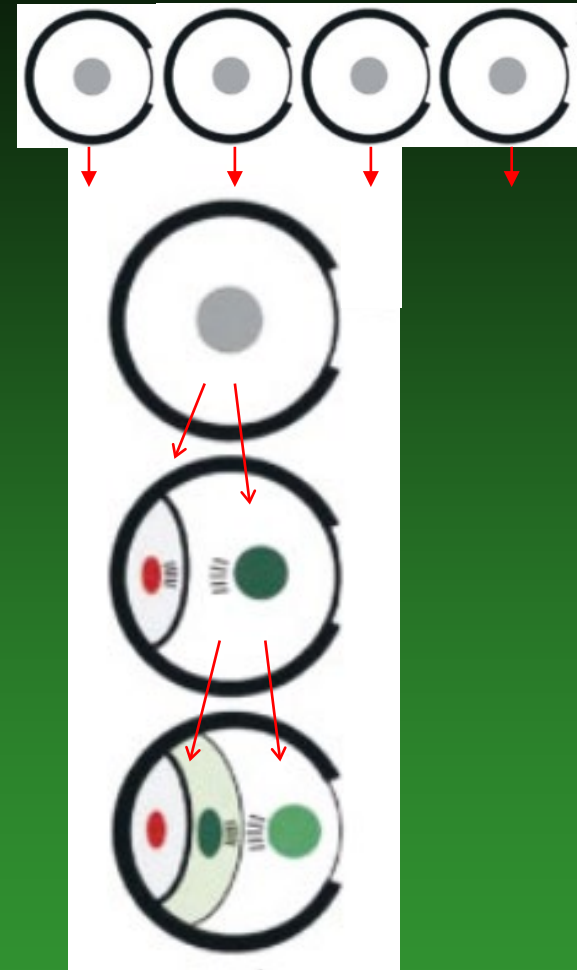
# Vznik pylu v mikrosporangiu

1. Meióza → tetráda haploidních mikrospór
2. Každá mikrospóra se mitózou rozdělí ve dvoubuněčné pylové zrno:
  - menší buňka prothaliová
  - velká buňka generativní



# Vznik pylu v mikrosporangiu

1. Meióza → tetráda haploidních mikrospór
2. Každá mikrospóra se mitózou rozdělí ve dvoubuněčné pylové zrno:
  - menší buňka prothaliová
  - velká buňka generativní
3. Generativní buňka se rozdělí na buňku antheridiovou a láčkovou.





# Vznik pylu v mikrosporangiu

1. Meióza → tetráda haploidních mikrospór

2. Každá mikrospóra se mitózou rozdělí ve dvoubuněčné pylové zrno:

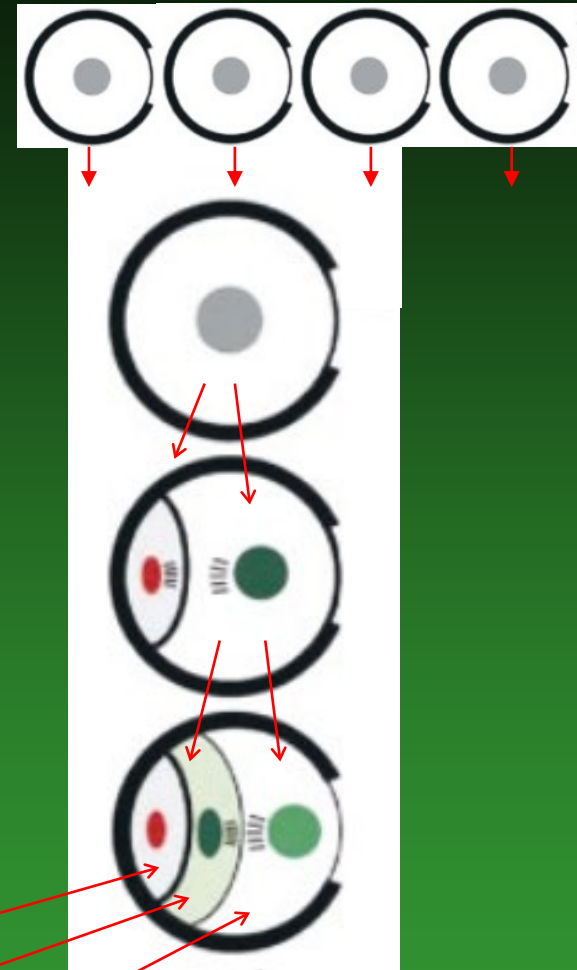
– menší buňka prothaliová

– velká buňka generativní

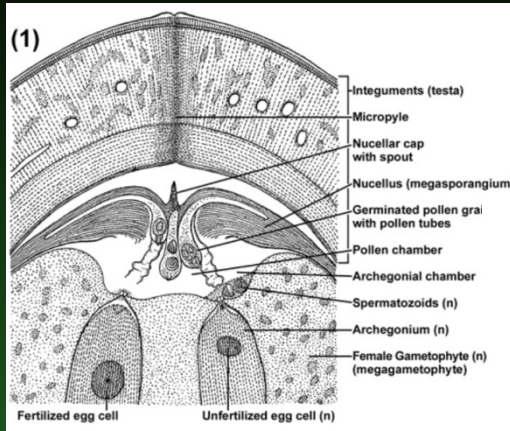
3. Generativní buňka se rozdělí na buňku antheridiovou a láčkovou.

Zralé pylové zrno cykasů je tak trojbuněčné a obsahuje buňky:

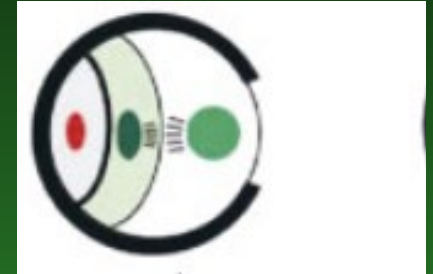
prothaliovou, antheridiovou a láčkovou



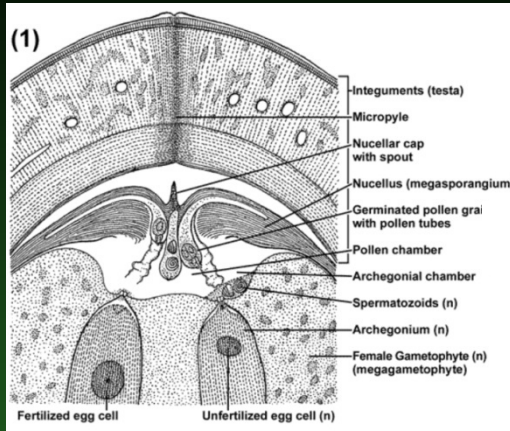
# Dozrání pylu v samčí gametofyt



1. 3-buněčný pyl zachycen polinační kapkou
2. Zachycení pylu vyvolá vysychání kapky
3. Vysycháním kapky pyl vtažen do pylové komory
4. V pylové komoře vyklíčí pylová láčka



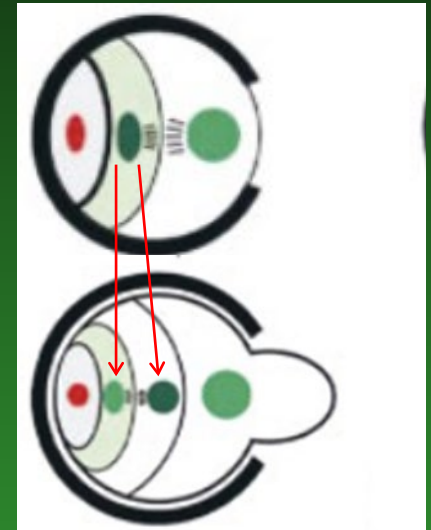
# Dozrání pylu v samčí gametofyt



1. 3-buněčný pyl zachycen polinační kapkou
2. Zachycení pylu vyvolá vysychání kapky
3. Vysycháním kapky pyl vtažen do pylové komory
4. V pylové komoře vyklíčí pylová láčka

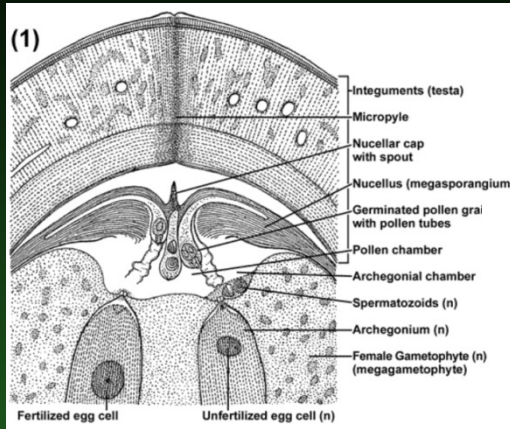


4a. Antheridiová buňka se rozdělí na spermatickou a vegetativní





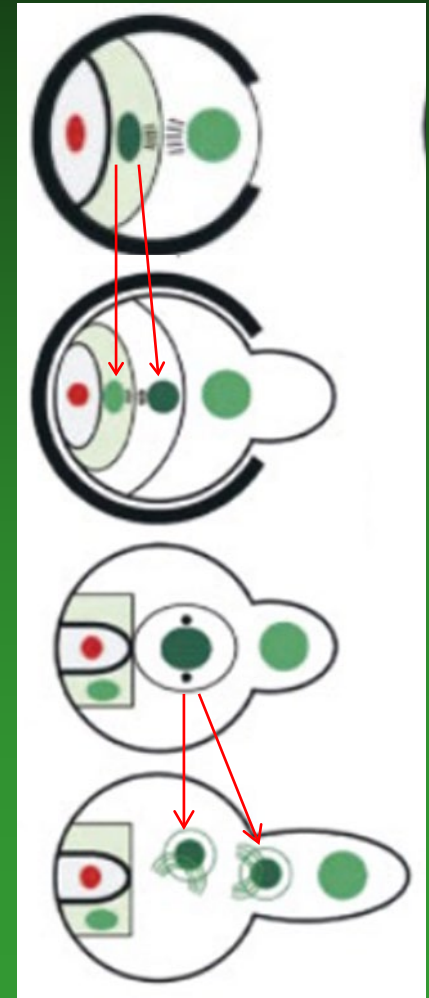
# Dozrání pylu v samčí gametofyt



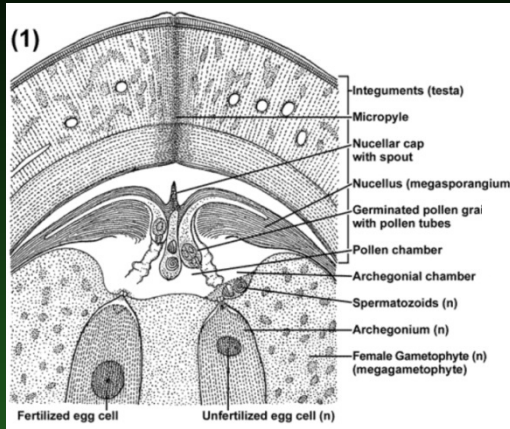
1. 3-buněčný pyl zachycen polinační kapkou
2. Zachycení pylu vyvolá vysychání kapky
3. Vysycháním kapky pyl vtažen do pylové komory
4. V pylové komoře vyklíčí pylová láčka



- 4a. Antheridiová buňka se rozdělí na spermatickou a vegetativní
- 4b. Spermatická buňka se rozdělí na dva polyciliální spermatozoidy
- 4c. Zralý samčí gametofyt má tedy 5 buněk/jader (prothaliová, vegetativní, dva spermatozoidy a láčková)



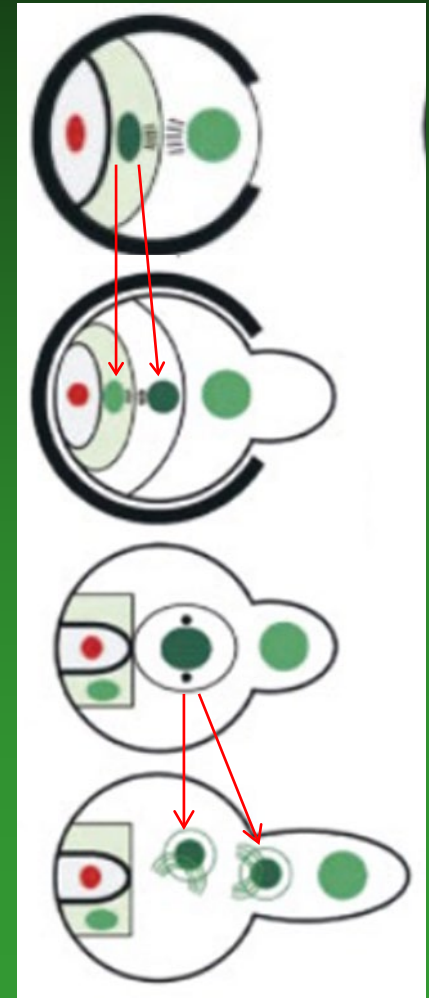
# Dozrání pylu v samčí gametofyt



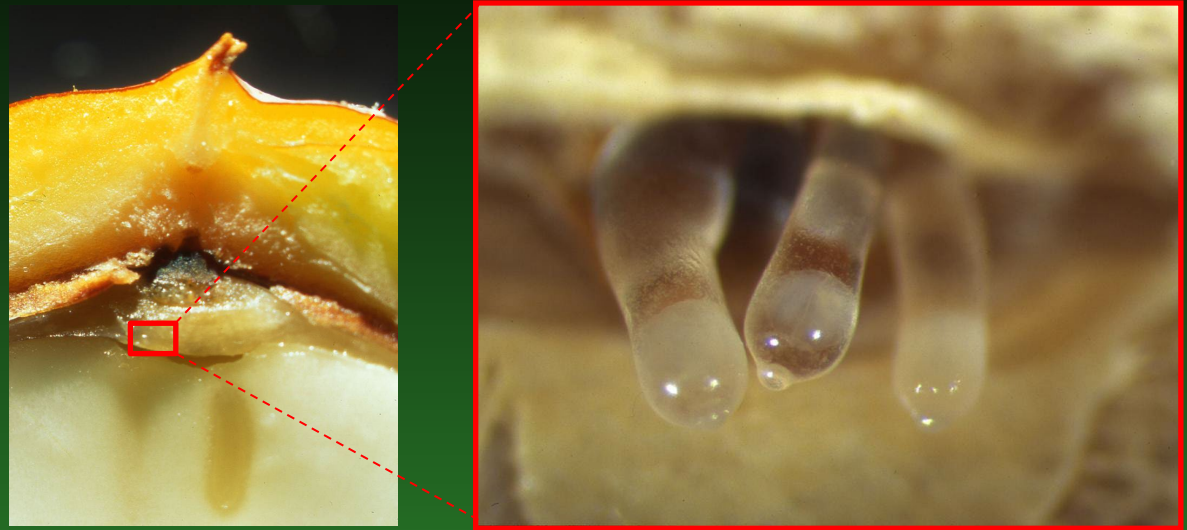
1. 3-buněčný pyl zachycen polinační kapkou
2. Zachycení pylu vyvolá vysychání kapky
3. Vysycháním kapky pyl vtažen do pylové komory
4. V pylové komoře vyklíčí pylová láčka



- 4a. Antheridiová buňka se rozdělí na spermatickou a vegetativní
- 4b. Spermatická buňka se rozdělí na dva polyciliární spermatozoidy
- 4c. Zralý samčí gametofyt má tedy 5 buněk/jader (prothaliová, vegetativní, dva spermatozoidy a láčková)



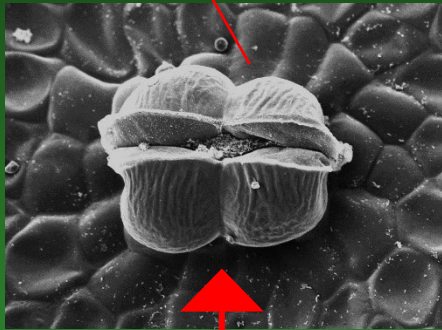
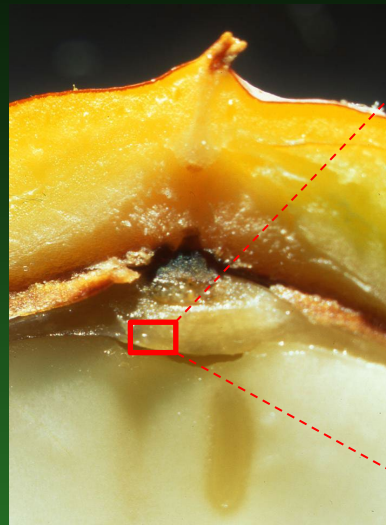
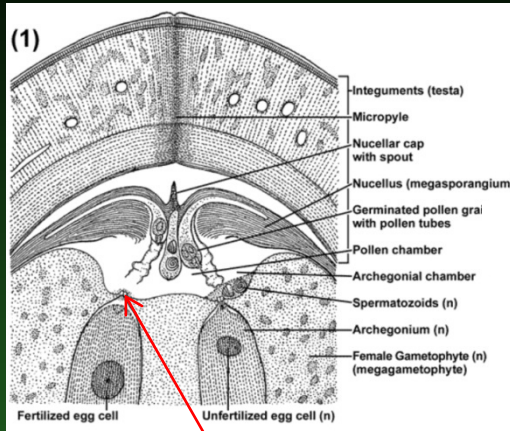
# Oplození



1. Láčka proroste skrz nucellus do archegoniální komory

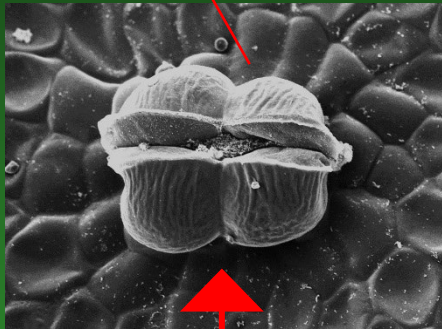
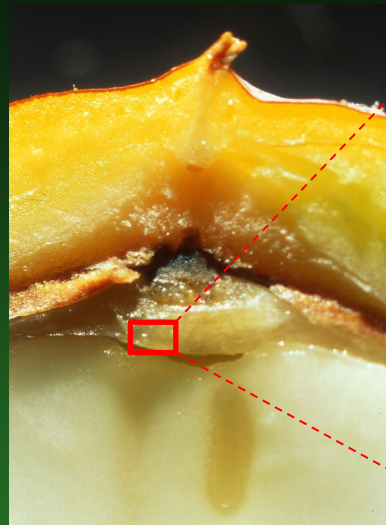
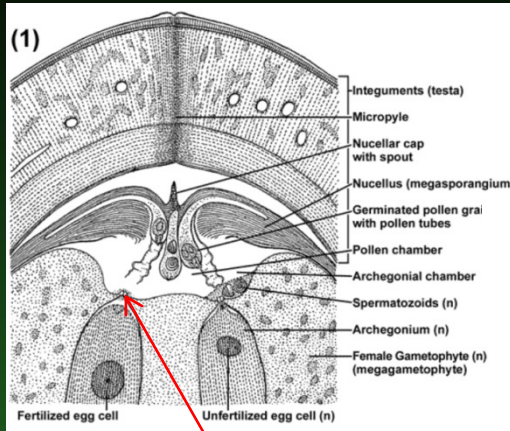


## Oplození

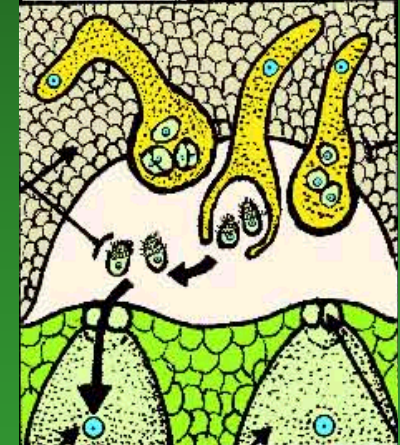


1. Láčka proroste skrz nucellus do archegoniální komory
2. Průnik láčky do archegoniální komory vyvolá **otevření krčků archegonií** a vyloučení tekutiny do archegoniální komory

# Oplození



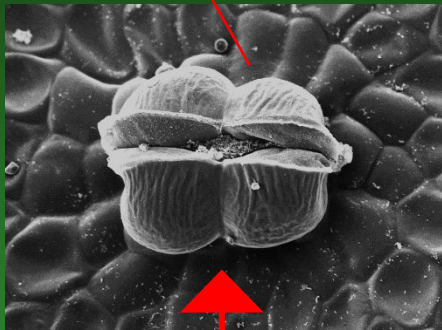
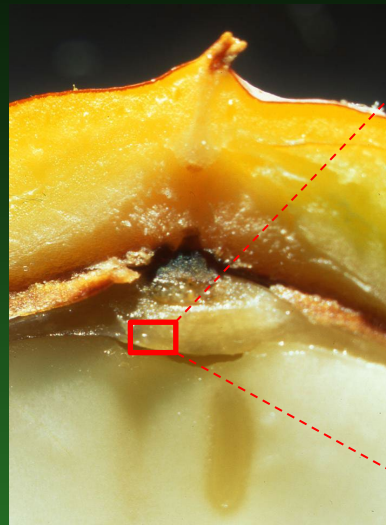
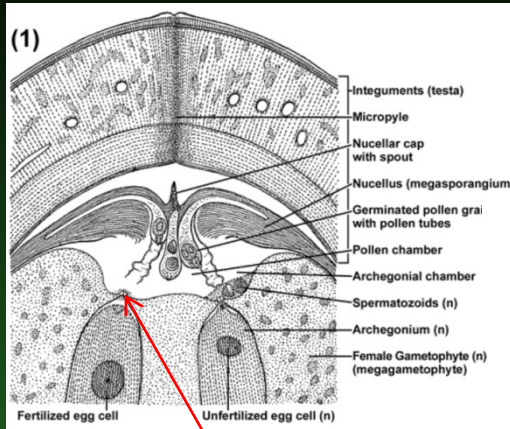
1. Láčka proroste skrz nucellus do archegoniální komory
2. Průnik láčky do archegoniální komory vyvolá **otevření krčků archegonií** a vyloučení tekutiny do archegoniální komory
3. Spermatozoidy se uvolní z láčky do zvlhlé archegoniální komory



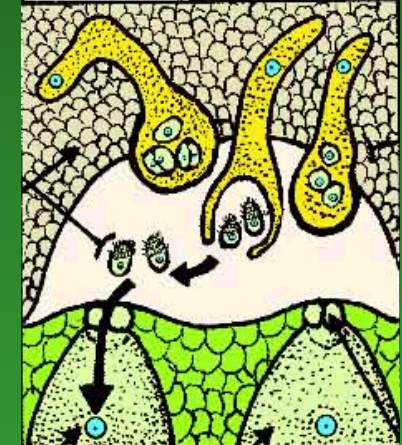
*Cycadaceae* – láčky větvené  
*Zamiaceae* – láčky nevětvené



## Oplození



1. Láčka proroste skrz nucellus do archegoniální komory
2. Průnik láčky do archegoniální komory vyvolá **otevření krčků archegonií** a vyloučení tekutiny do archegoniální komory
3. Spermatozoidy se uvolní z láčky do zvlhlé archegoniální komory
4. Pomocí bičků doplavou spermatozoidy tekutinou v archegoniální komoře až k oosféře v archegoniu
5. Jeden z nich splyne s oosférou



*Cycadaceae* – láčky větvené  
*Zamiaceae* – láčky nevětvené

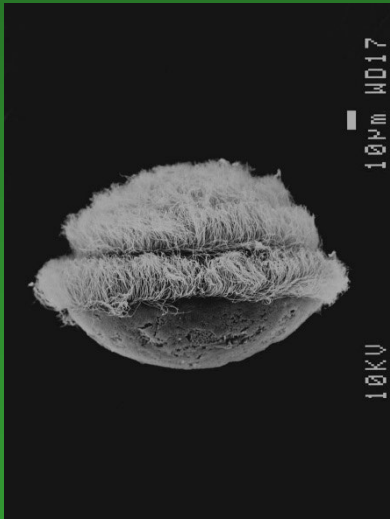
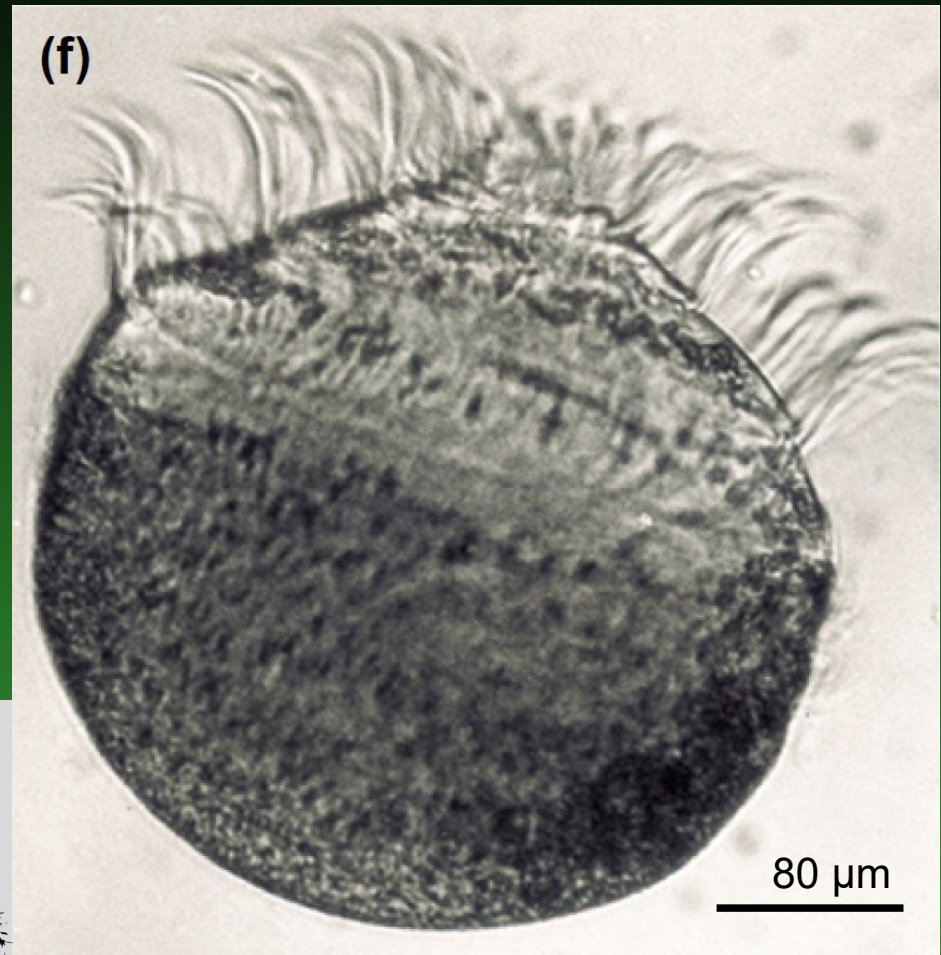


# Spermatozoidy

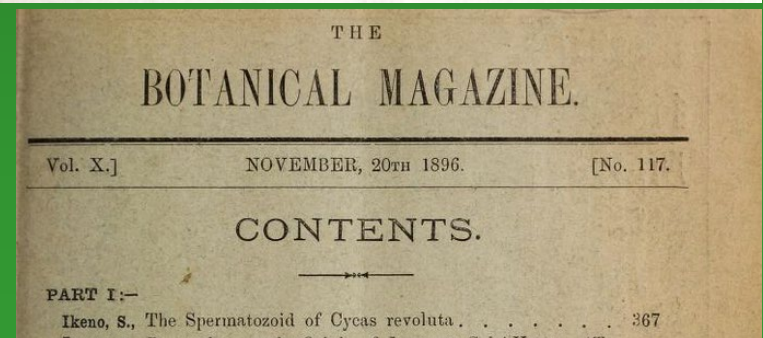
obrovské – až 500  $\mu\text{m}$  velké

Největší samčí pohlavní buňky v rámci rostlinné i živočišné říše

spirálovitě uspořádané bičíky  
(bičků je na spermatozoidu až 25 000)



Objevil je Japonec  
Seiichiro Ikeno (1866-1943)  
v roce 1896

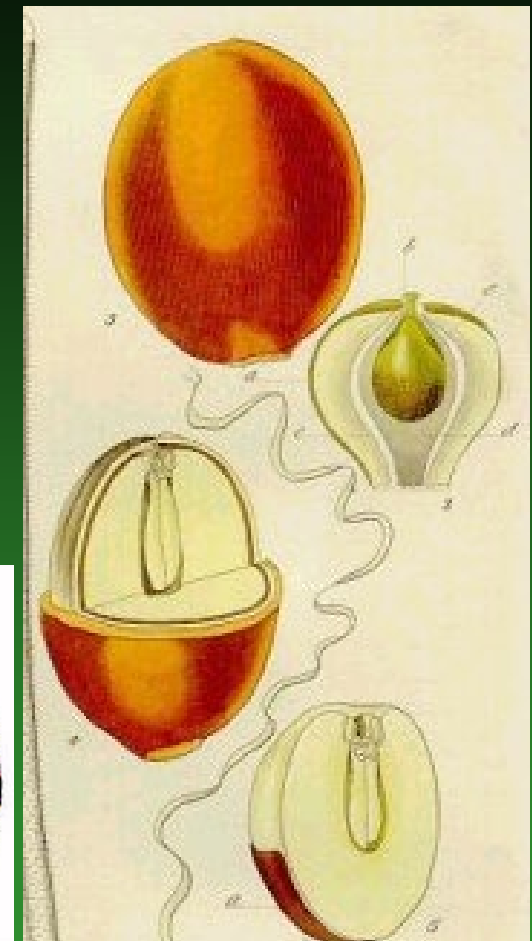
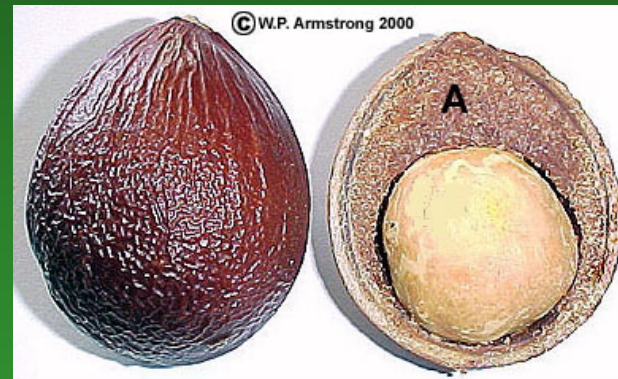


# Oplozené vajíčko zraje v semeno

vnější obal = dužnatá sarkotesta (endozoochorie)

střední obal = dřevnatá sklerotesta

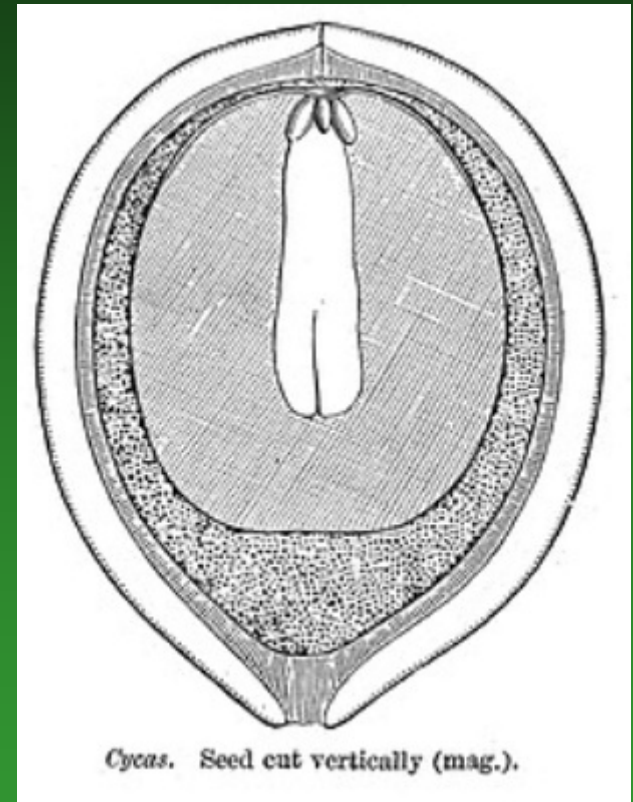
vnitřní obal blanitý.



**Změna barvy zralé sarkotesty = jasná adaptace na endozoochorii**

Z oplozené oosféry vzniká embryo s  
2-6 dělohami

Embryo vyživováno pletivem  
megaprothalia = primárním živným  
pletivem





# Historie

poprvé v permu,

vrchol v juře,

nyní 10 rodů se zhruba 300 druhy





Fylogeneticky navazují *Cycadopsida*  
na semenné monilofyty ze tř.  
*Pteridospermopsida*

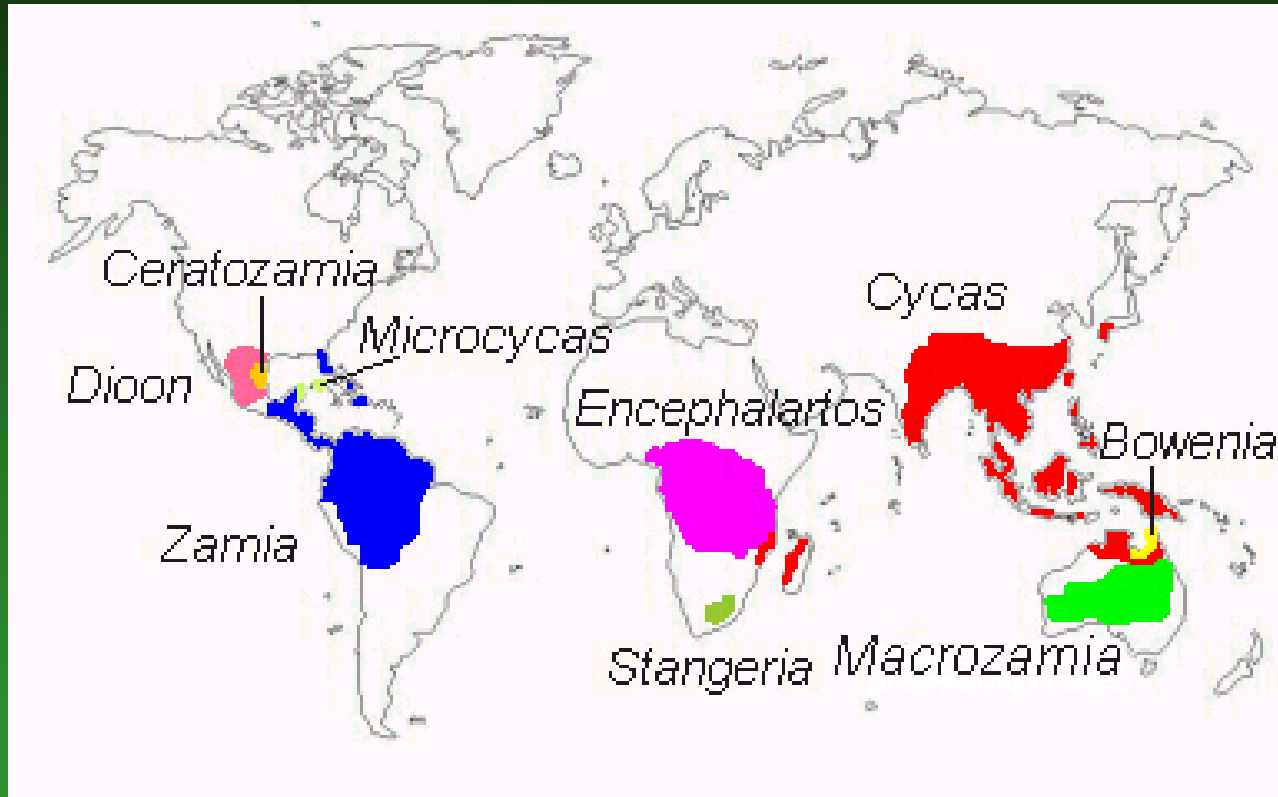






# 1. čel. *Cycadaceae* jediný rod *Cycas*.

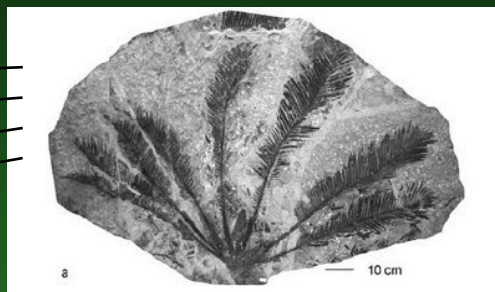
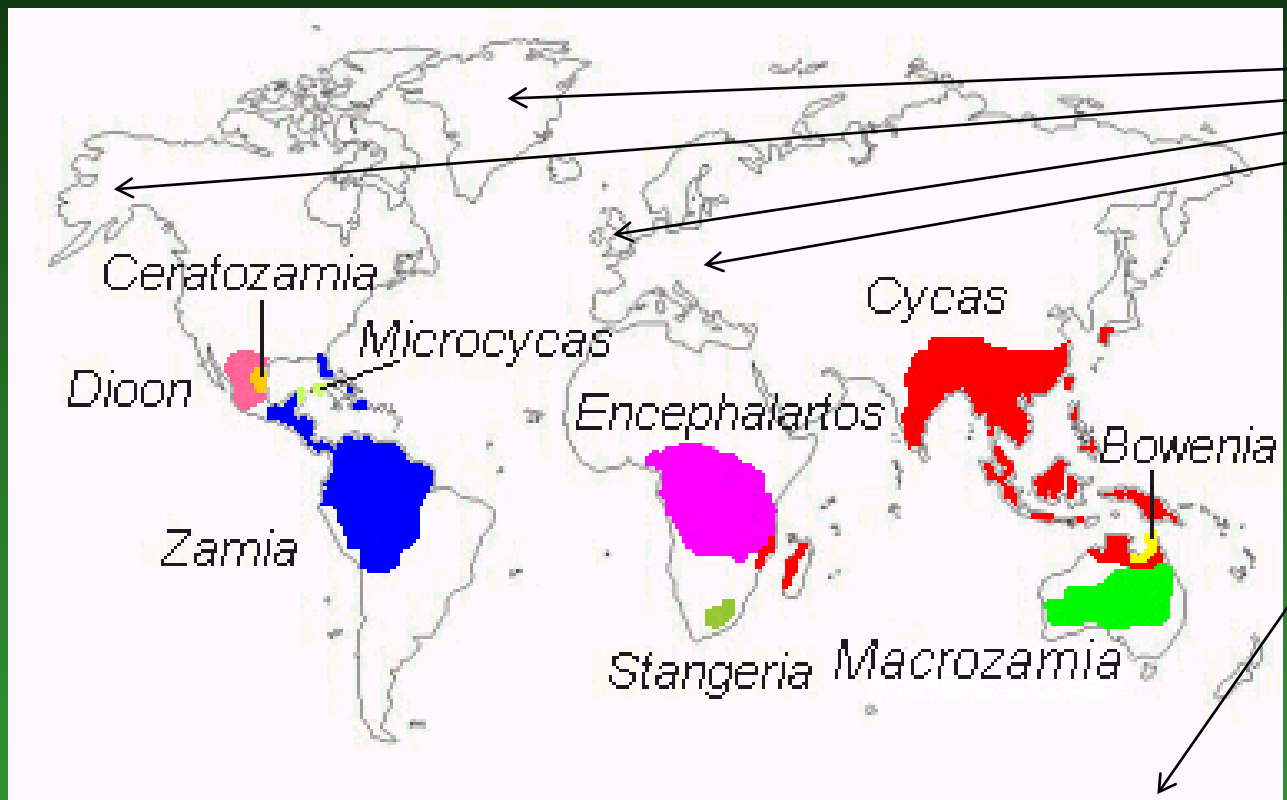
Převážně jihovýchodní Asie, jediný druh na Madagaskaru a pobřeží vých. Afriky.



Geografické rozšíření současných cykasovitých.

# 1. čel. *Cycadaceae* jediný rod *Cycas*.

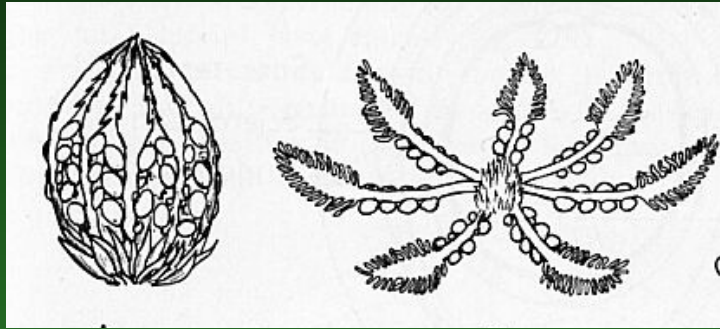
Převážně jihovýchodní Asie, jediný druh na Madagaskaru a pobřeží východní Afriky.



Fosilní doklady  
cykasů jsou po  
celém světě – mj.  
Aljaška,  
Antarktida,  
Evropa, Grónsko,  
...

Geografické rozšíření současných cykasovitých.

*Cycas* = nejprimitivnější zástupce - ploché megasporofyty - připomínají 1x zpeřené trofofyty, spirálně uspořádané tak jako trofofyty





Zpravidla více než dvě (4-8) vajíčka (semena) na jednom megasporofylu



úkrojky listů jednožilné

# *Cycas revoluta* má pohlavní chromosomy

system podobný jako u člověka XX = samice; XY = samec;

chromosom Y kratší než X

JAPAN. J. GENETICS Vol. 46, No. 1: 33-39 (1971)

## SEX CHROMOSOMES OF CYCAS REVOLUTA

MICHIHARU SEGAWA\*, SEKIKO KISHI\*\* AND SEIZI TATUNO\*\*\*

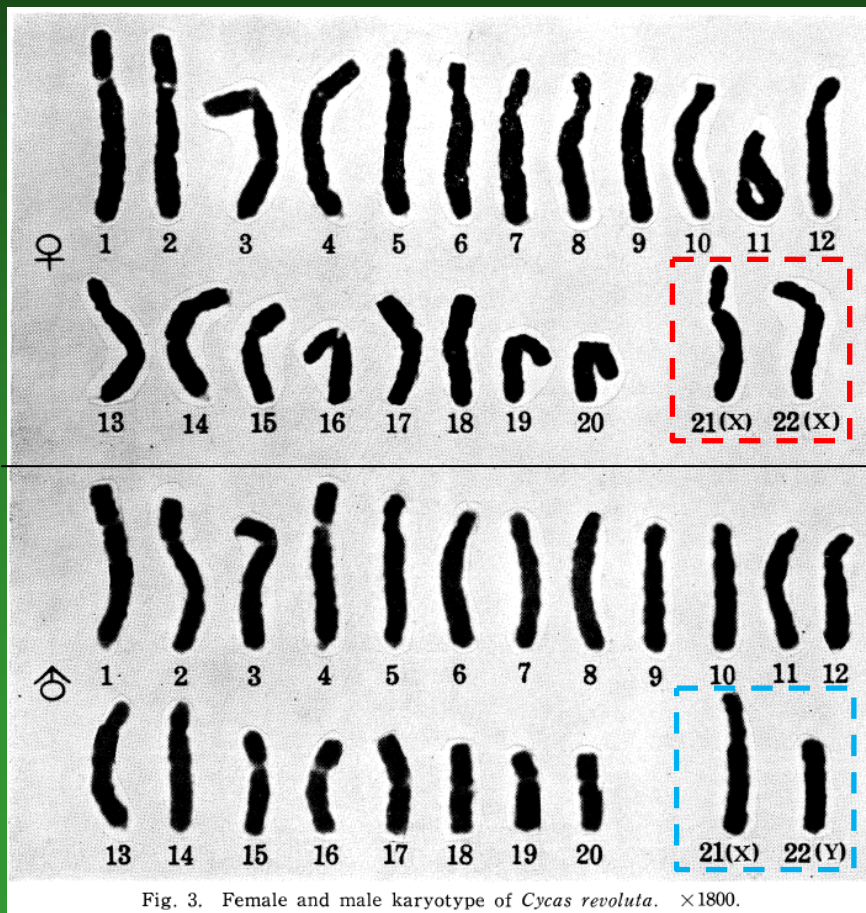
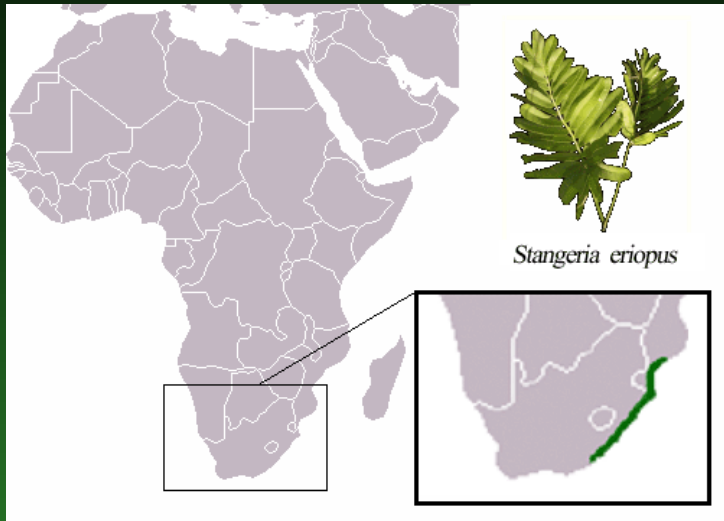


Fig. 3. Female and male karyotype of *Cycas revoluta*.  $\times 1800$ .



© Yonatan Matalon, www.ColorfulNature.com

## 2. čel. *Stangeriaceae*



## Průduchy

– nezapuštěné

*Cycadaceae*



*Stangeriaceae*

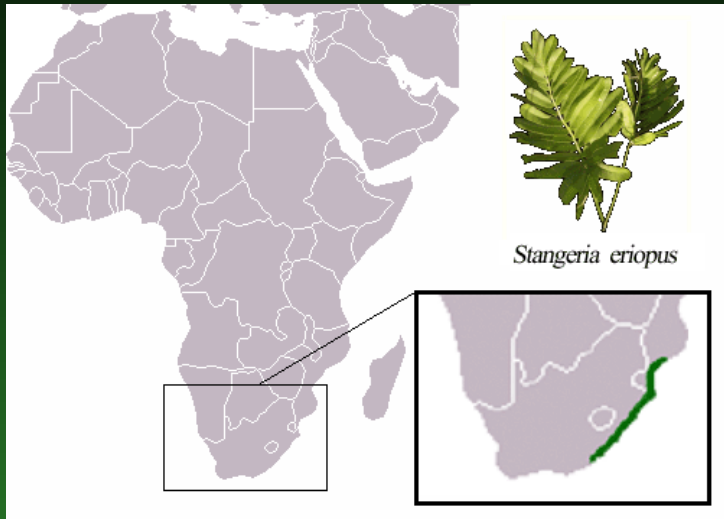


*Zamiaceae*





## 2. čel. *Stangeriaceae*



**Průduchy**  
– nezapuštěné

*Cycadaceae*



*Stangeriaceae*



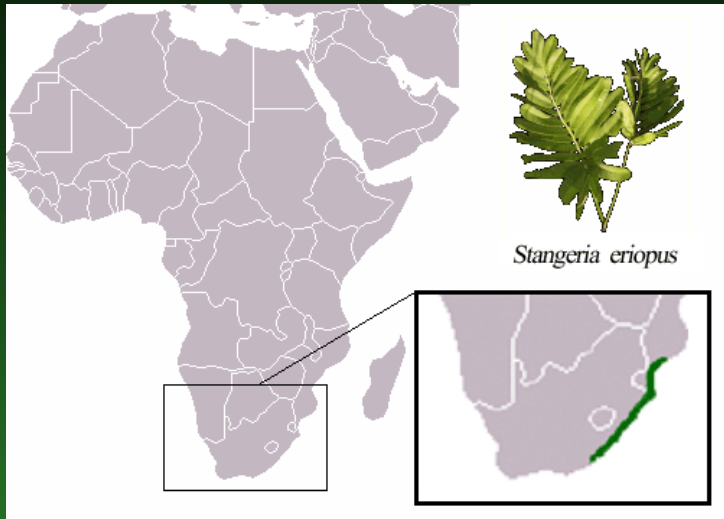
*Zamiaceae*



**Úkrojky listů** – s 1 centrální žilkou a mnoha bočními (transverzálními) žilkami rovnoběžnými resp. zčásti vidličnatě větvenými



## 2. čel. *Stangeriaceae*



**Megasporofyly** – ve strobilech

## Průduchy

– nezapuštěné

*Cycadaceae*



*Stangeriaceae*

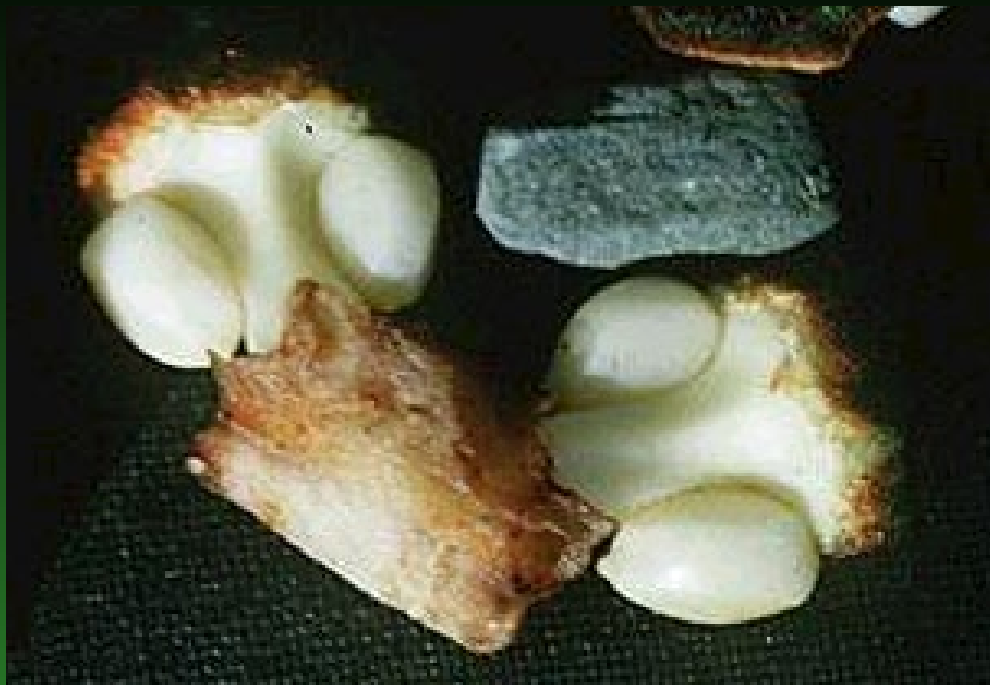


*Zamiaceae*



**Úkrojky listů** – s 1 centrální žilkou a mnoha bočními (transverzálními) žilkami rovnoběžnými resp. zčásti vidličnatě větvenými



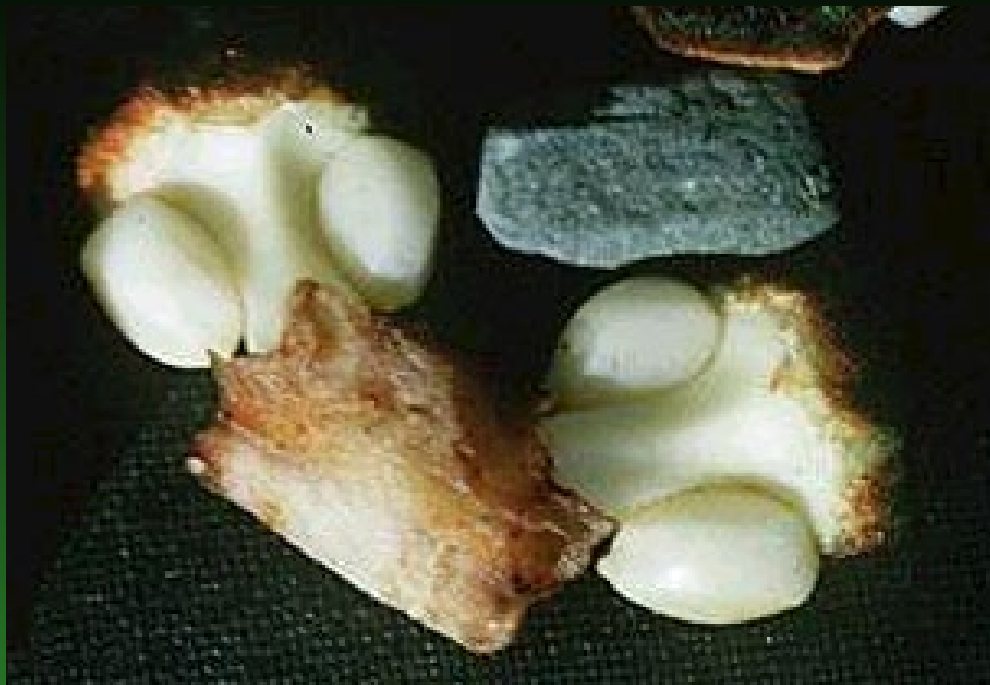


### 3. čel. *Zamiaceae*

- megasporofyly se 2 vajíčky

Čeleď zahrnuje 8 rodů





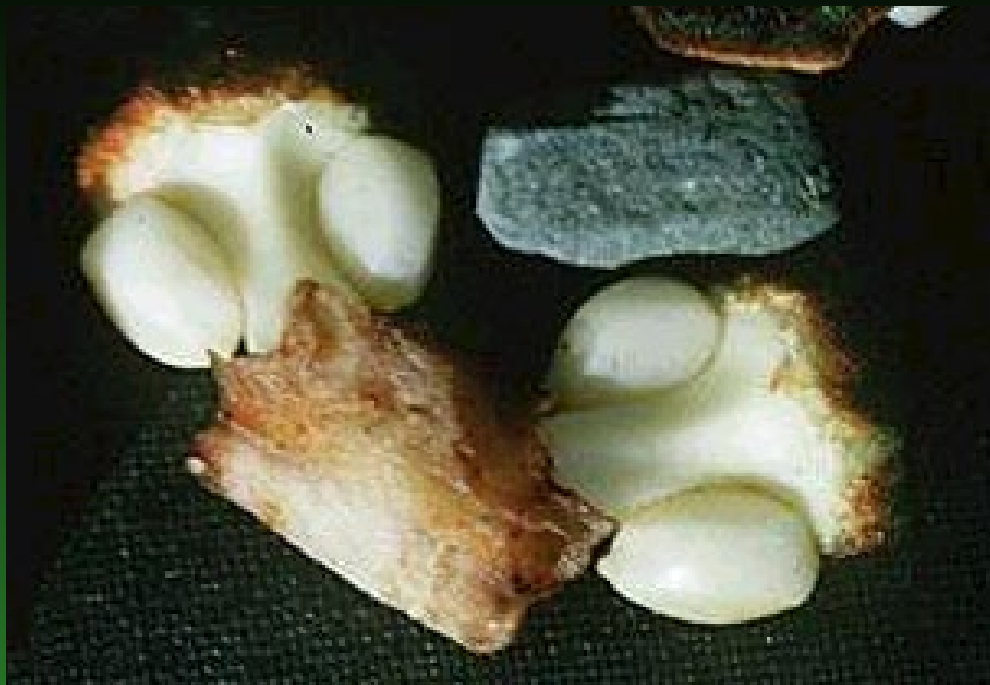
### 3. čel. *Zamiaceae*

- megasporofyly se 2 vajíčky

- úkrojky listů vícežilné, v mládí ploché nebo konduplikátně svinuté

Čeleď zahrnuje 8 rodů





### 3. čel. *Zamiaceae*

- megasporofyty se 2 vajíčky

- úkrojky listů vícežilné, v mládí ploché nebo konduplikátně svinuté

Čeleď zahrnuje 8 rodů

Kmen často hladký (na obr. *Encephalartos*)



# *Zamia*

Florida, Mexiko J. Amerika, též Kuba, megastrobily  
drobnější





*Zamia pumila*  
Zamiaceae  
Male (Abaxial)  
© G. D. Carr



*Zamia pumila*  
Zamiaceae  
Female (Adaxial)  
© G. D. Carr



*Zamia pumila*  
Zamiaceae  
© G. D. Carr

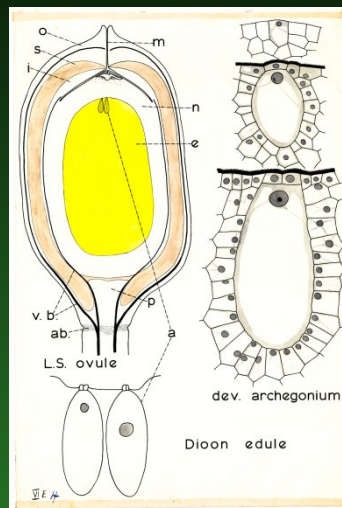


# *Microcycas calocoma* - endemit Kuby, strobily až 90 cm





# *Dioon* - Stř. Amerika, má obrovské oosféry - až 6 mm!



jméno *Dioon edule* je podle toho, že mouka ze škrobnatých semen se využívá k přípravě tortilly v některých částech Mexika





# Ceratozamia - Mexiko



Počet jedinců v populacích může snadno klesnout pod kritickou mez.

Celá řada druhů ohrožena např *Encephalartos*.





*Encephalartos*  
(Presly nazývaný píchoš)  
roste v Jižní Africe,



strobily až 45 kg  
těžké



# 3. tř. *Cycadeoideopsida*





Fosilní dřeviny, vzhledem připomínající současné cykasy.

Liší se oboupohlavnými strobily!



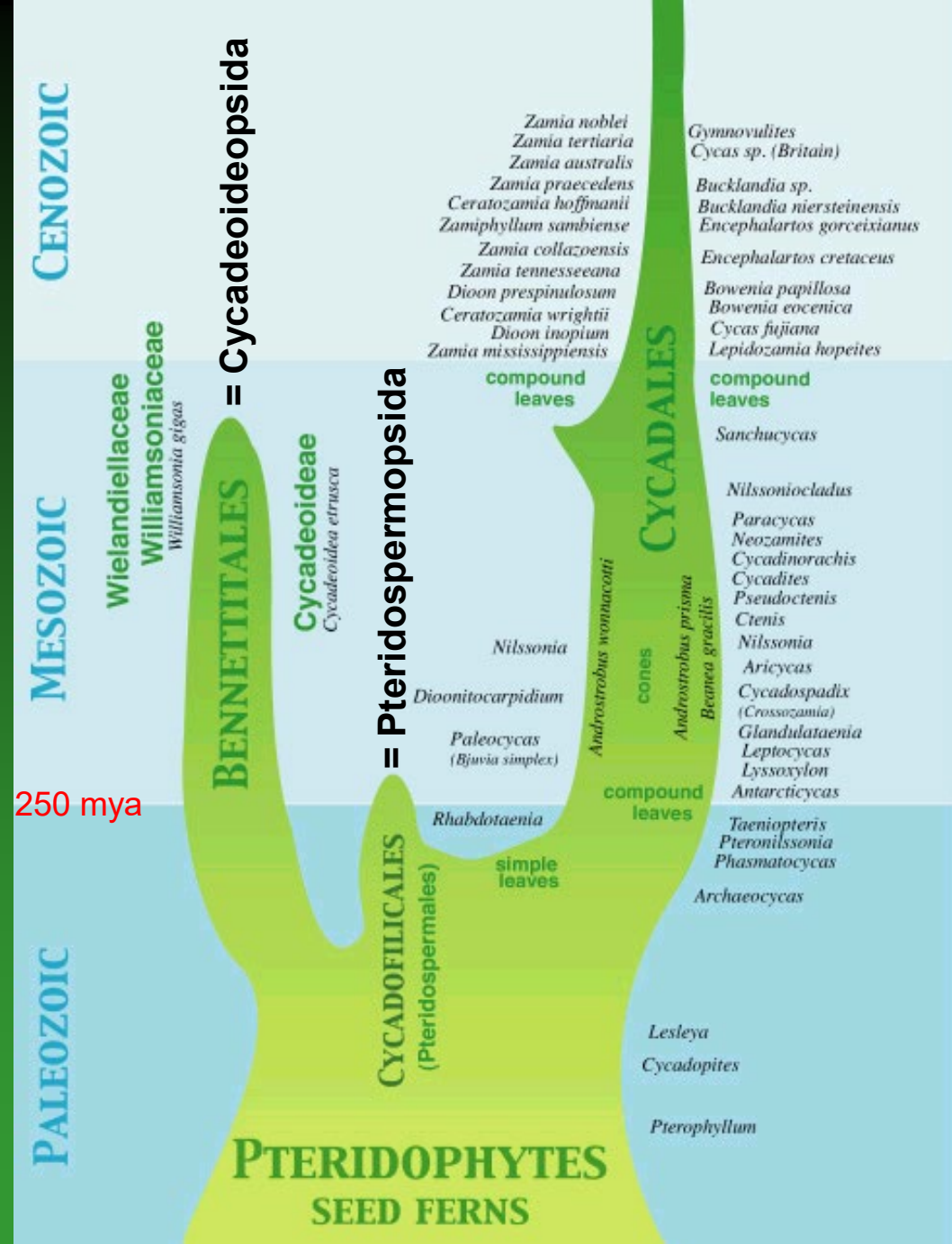
# Historie

Původ není zcela jasný -  
navazují zřejmě na  
kaprad'osemenné  
*Pteridospermopsida*

poprvé – trias

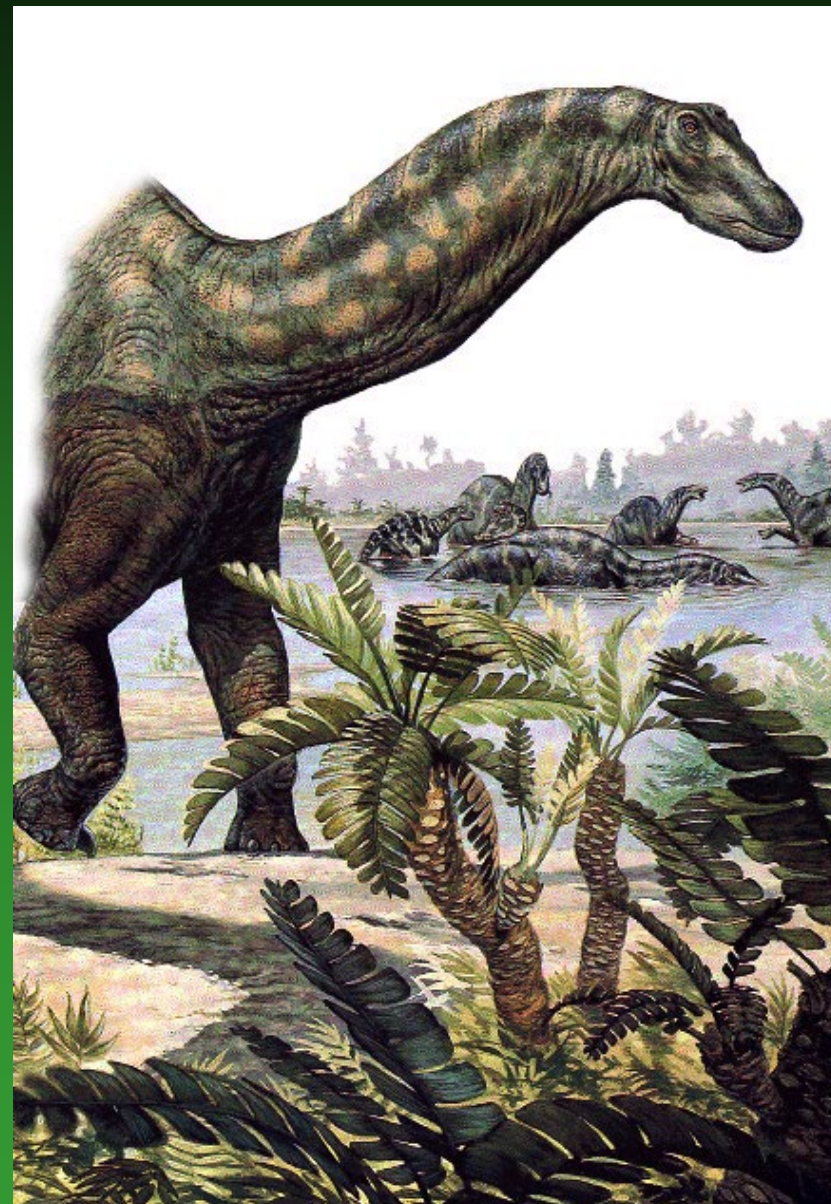
divergence – křída

vymření – horní křída

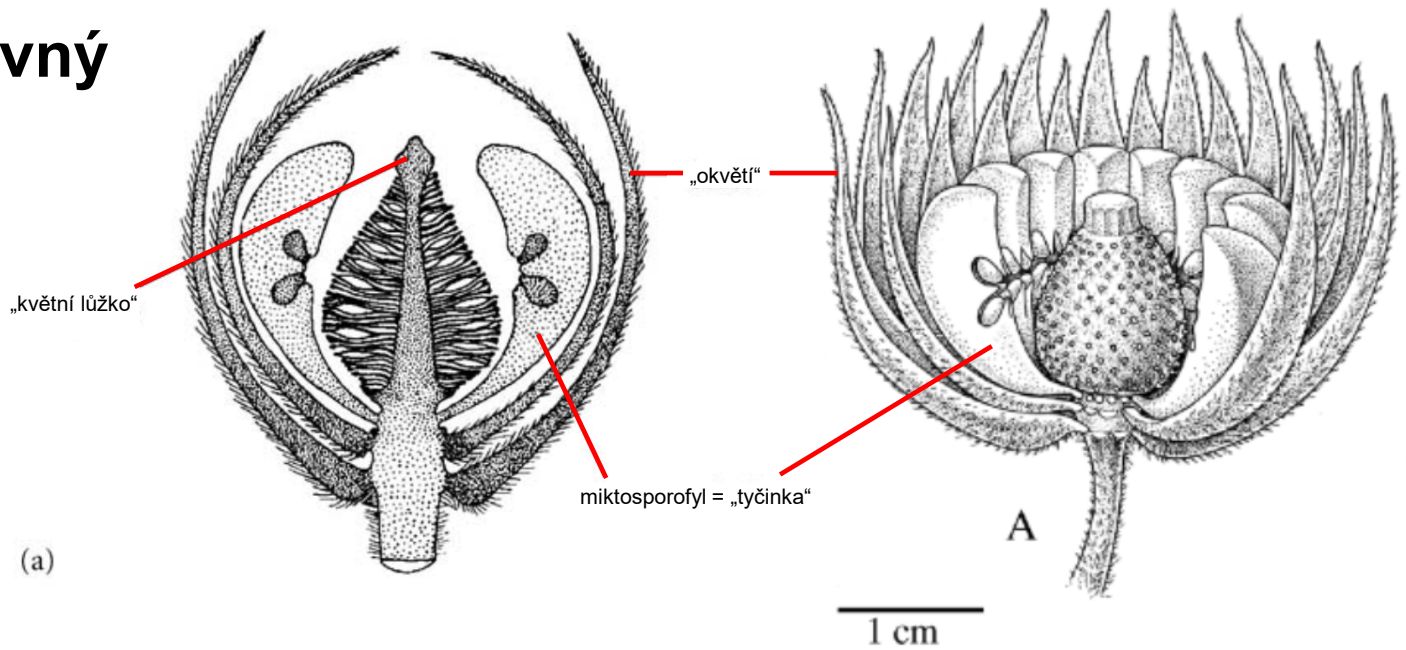




# Dominovaly v druhohorách a byly proto pravděpodobně složkou potravy dinosaurů

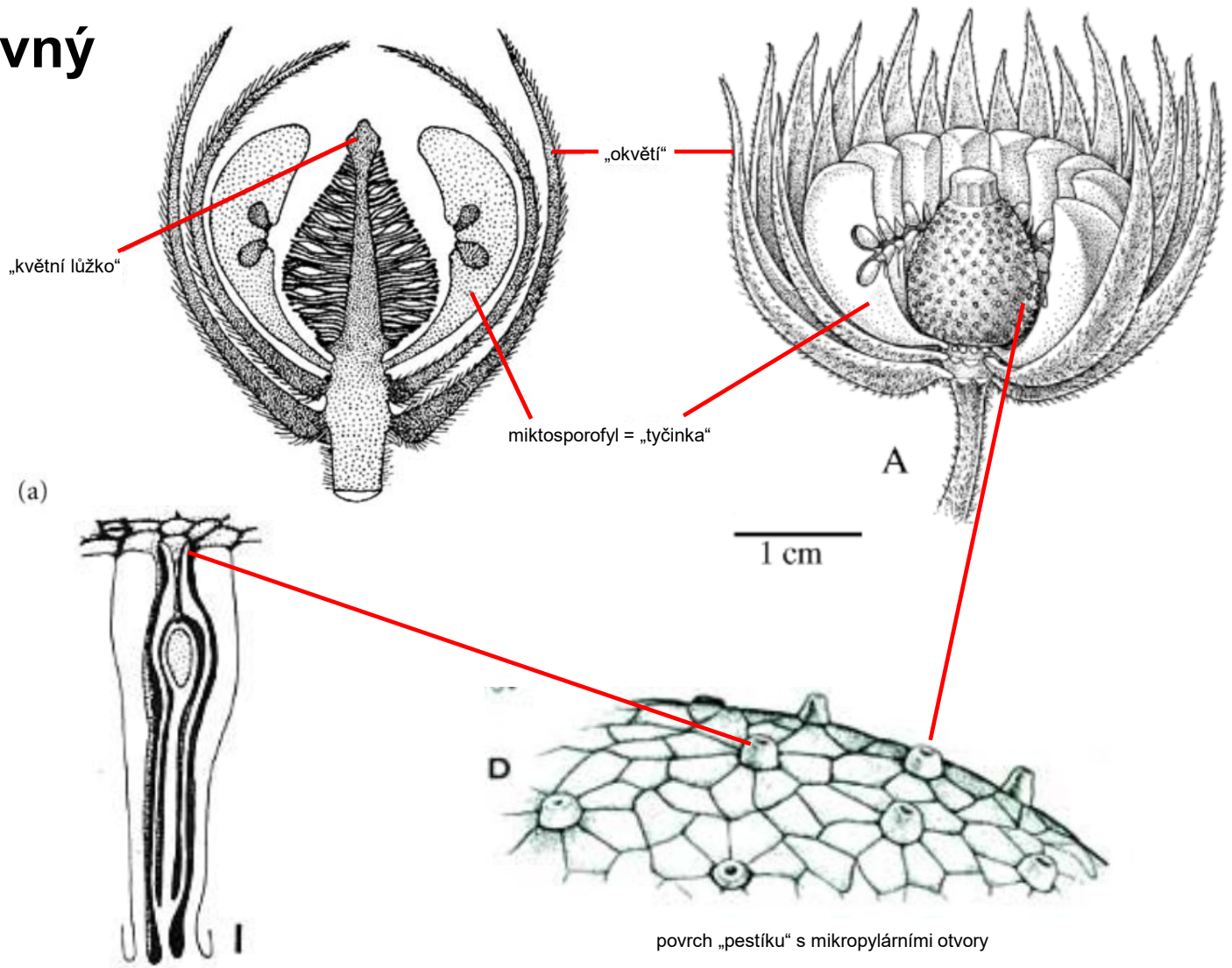


# Oboupohlavný strobilus = „květ“



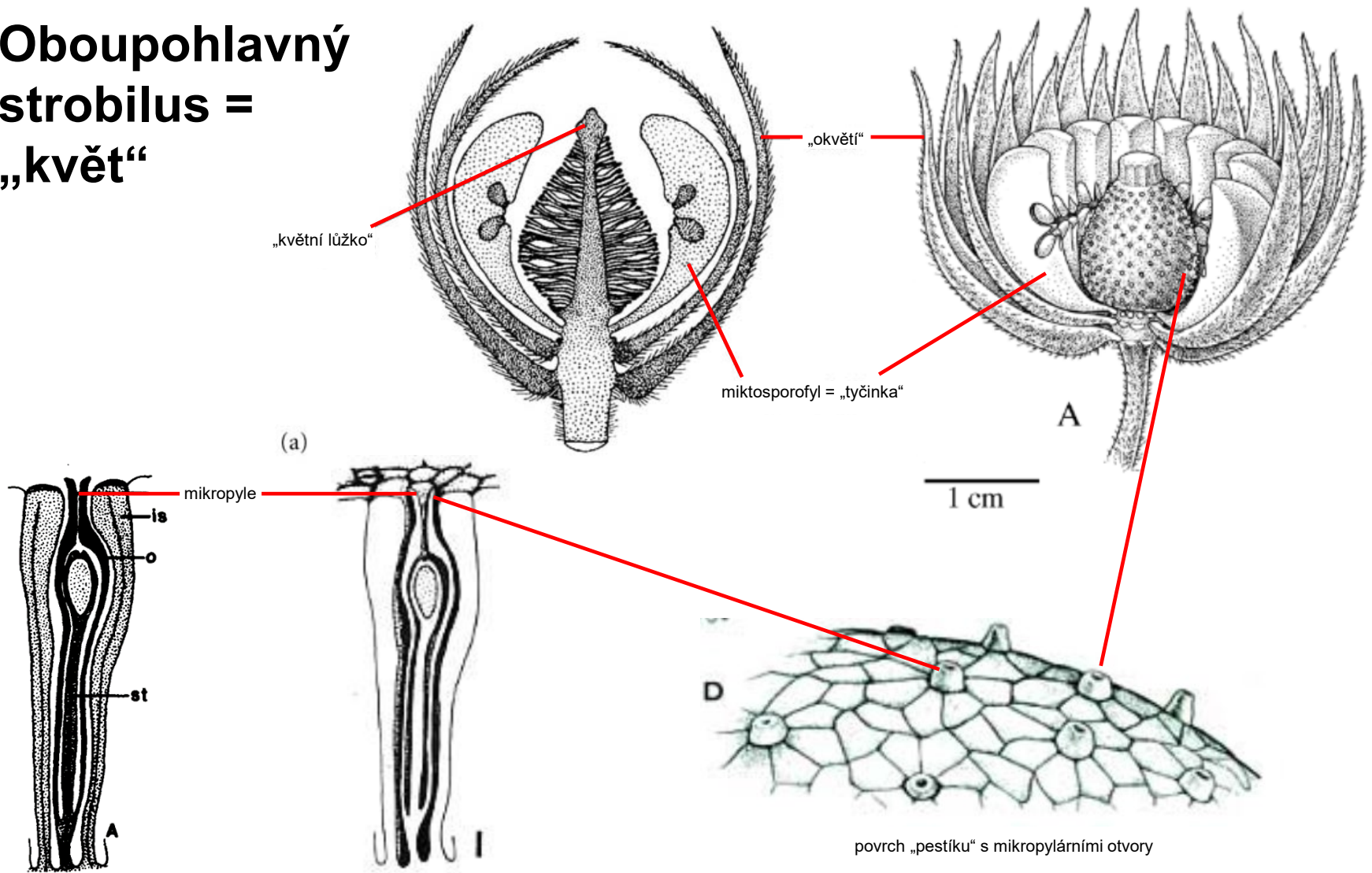
povrch „pestíku“ s mikropylárními otvory

# Oboupohlavný strobilus = „květ“

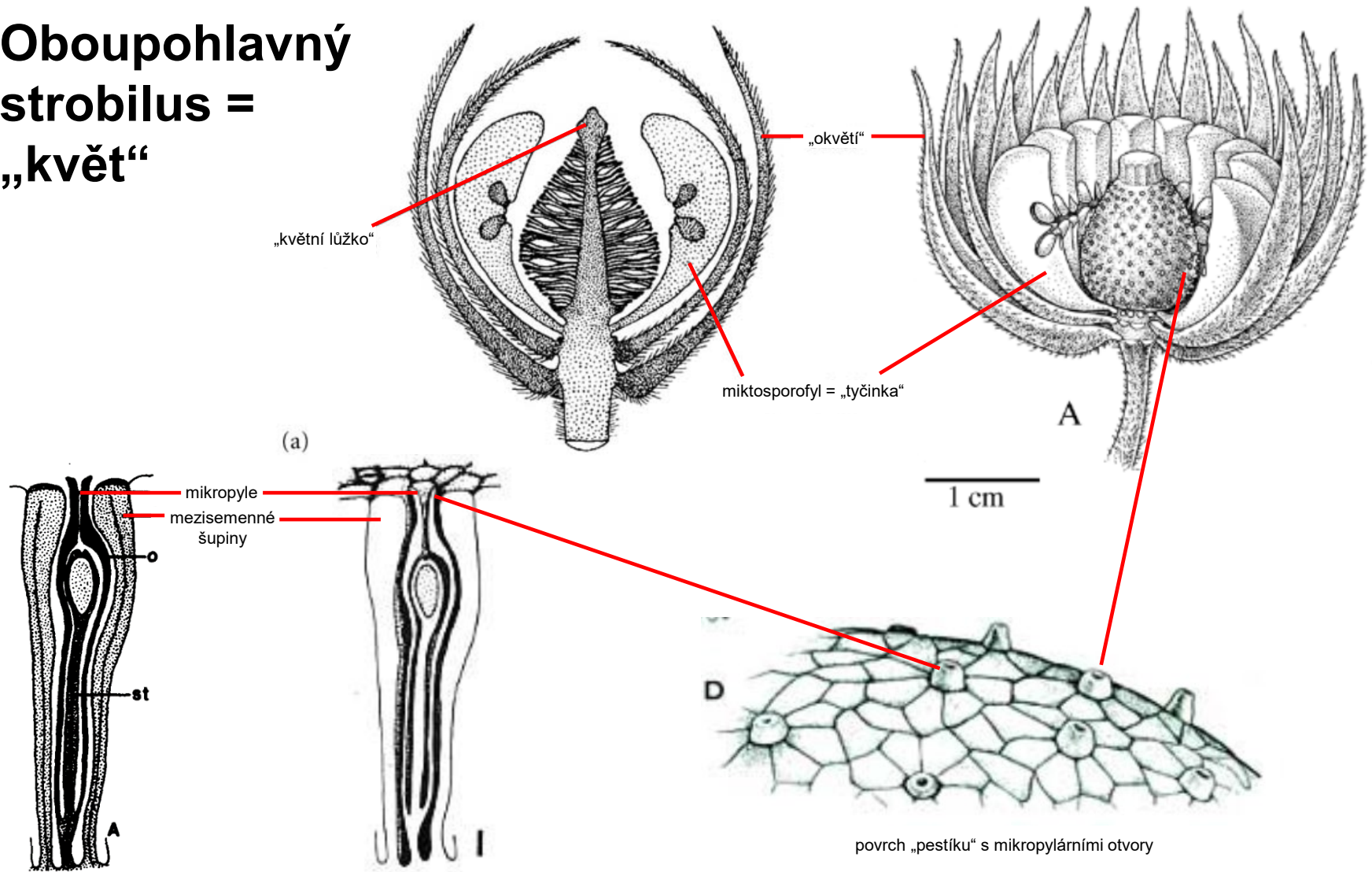




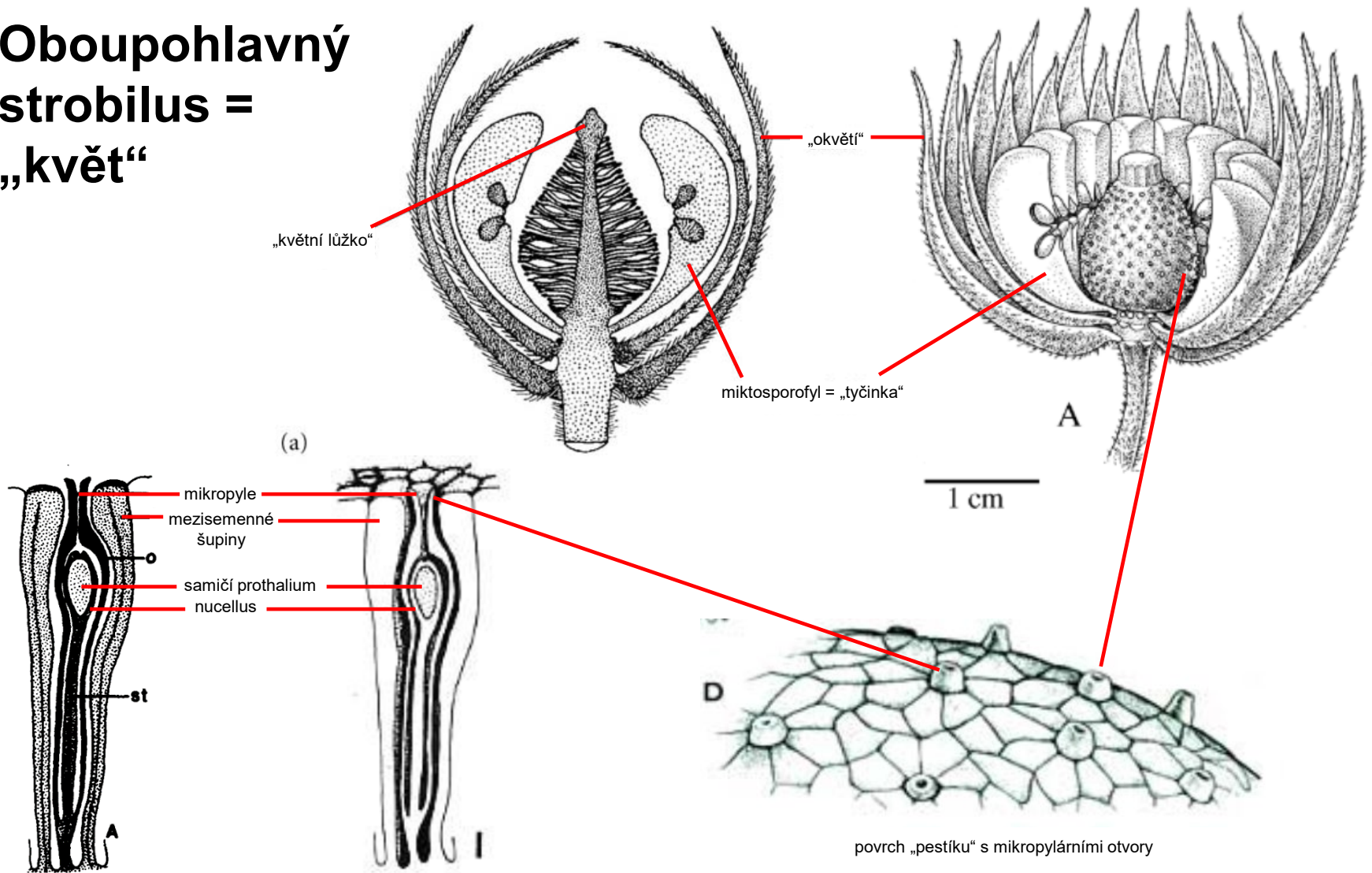
# Oboupohlavný strobilus = „květ“



# Oboupohlavný strobilus = „květ“

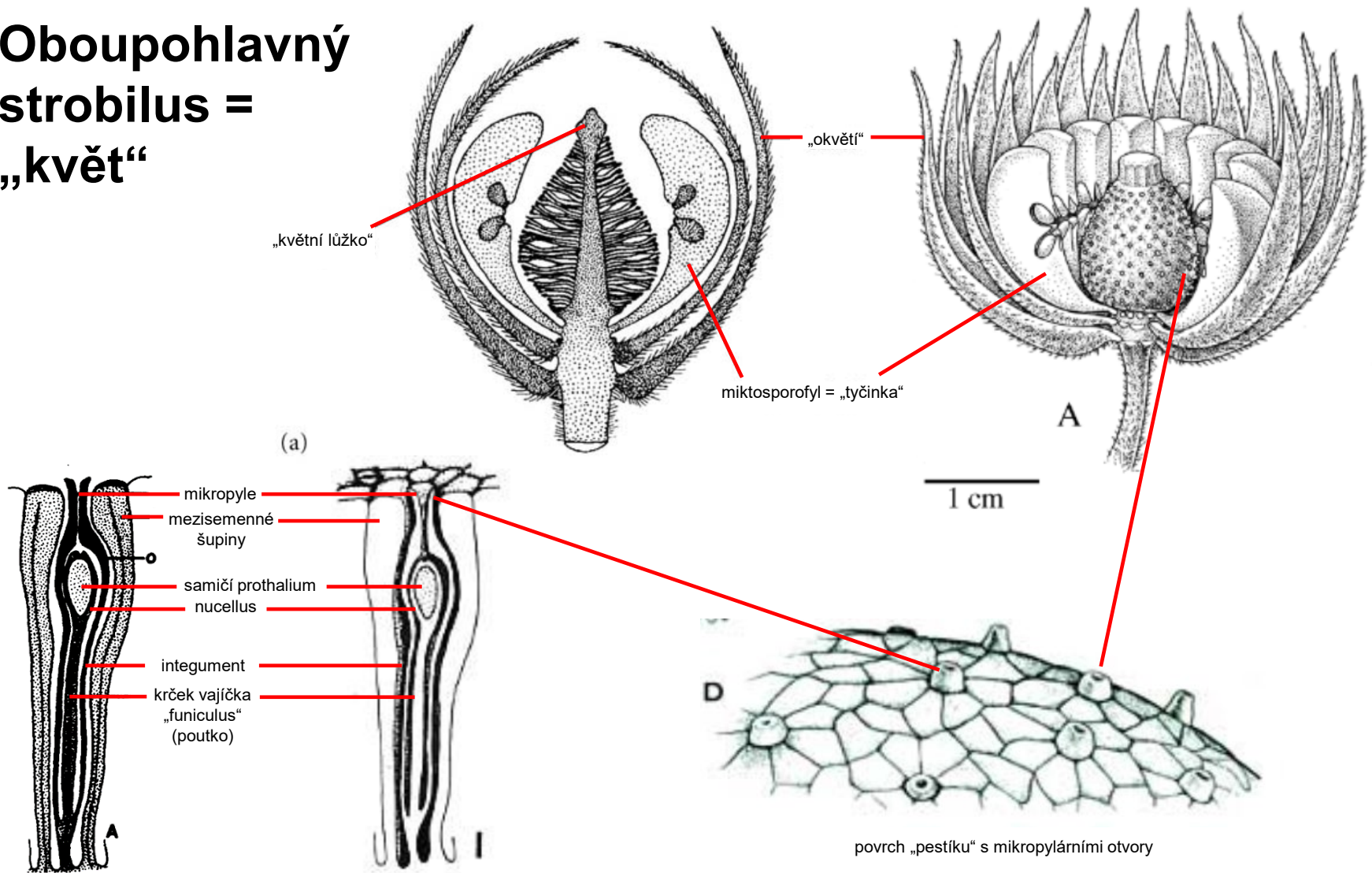


# Oboupohlavný strobilus = „květ“



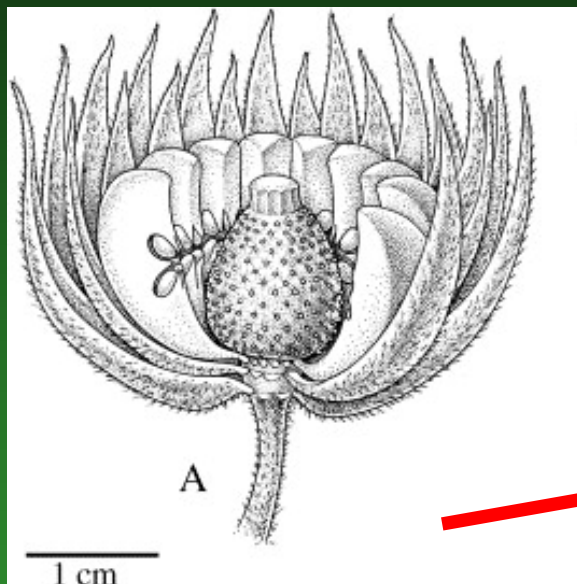


# Oboupohlavný strobilus = „květ“



Oboupohlavný strobilus připomíná uspořádáním, vzhledem a funkcí oboupohlavný květ krytosemenných (*Magnoliophyta*).

*Williamsonia*



*Magnolia*

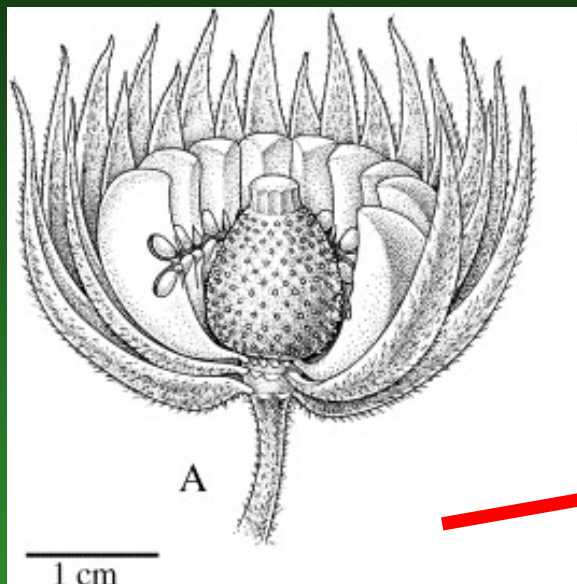


*Lilium*



Oboupohlavný strobilus připomíná uspořádáním, vzhledem a funkcí oboupohlavný květ krytosemenných (*Magnoliophyta*).

*Williamsonia*



*Magnolia*



*Lilium*



Z toho vychází  
tzv. **teorie strobilární (=euanthiové)**

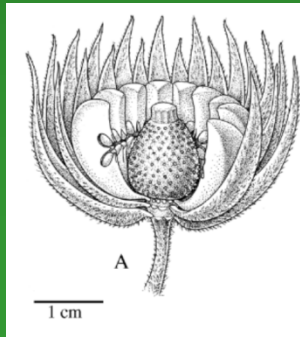
**Květ vznikl z jednoduchého oboupohlavného strobilu bennetitů: Cycadeoideopsida ancestoři krytosemenných**



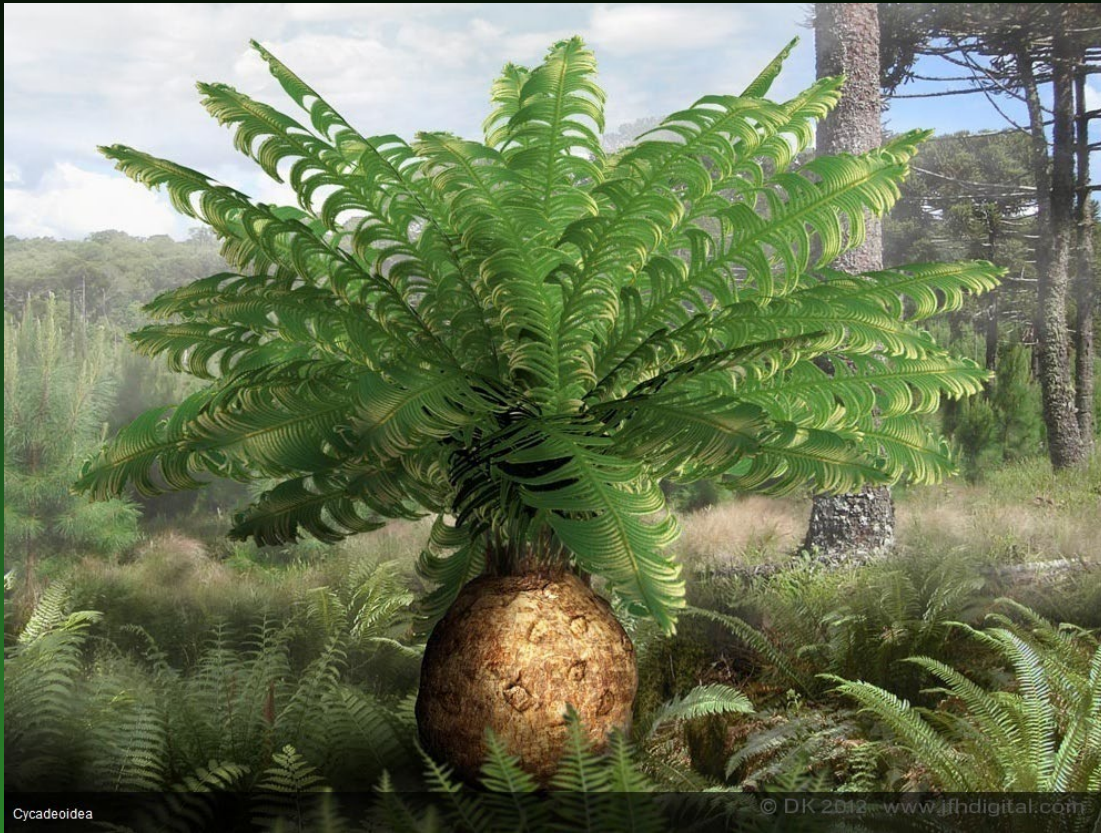
Charles Edwin Bessey, americký botanik  
(1845–1915)



***Williamsonia*** - válcovitý kmen, několik m vysoký, již ve svrchním triasu, strobily na koncích větví, semena oválná,







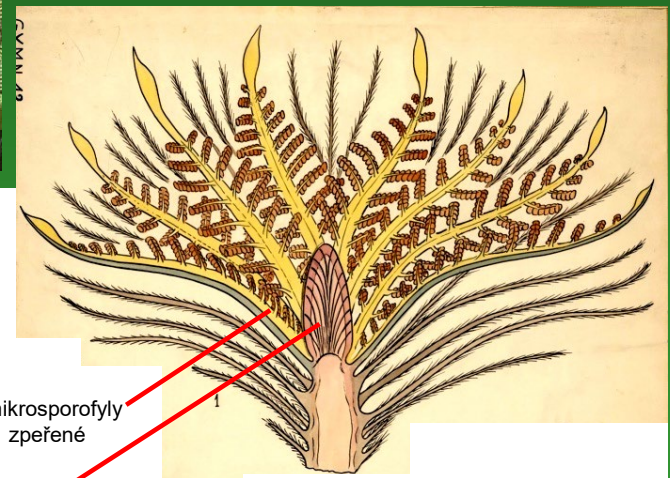
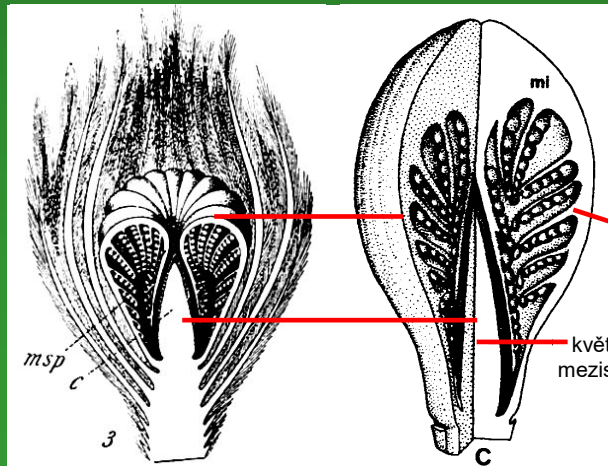
Cycadeoidea

© DK 2013 www.ifhdigital.com



## Cycadeoidea

- kulovitý kmen
- strobily - přisedlé na kmeni
- semena - žebernatá až křídlatá



mikrosporofyty  
zpeřené

květní lůžko s vajíčky s  
mezisemennými šupinami

„poupě“ a otevřený „květ“

# 4. tř. *Ginkgopsida* (jinany)





# Opadavé druhotně tloustnoucí dřeviny



Fosilní, s jediným  
recentním zástupcem

*Ginkgo biloba*  
penum  
jinanem dvoulaločný



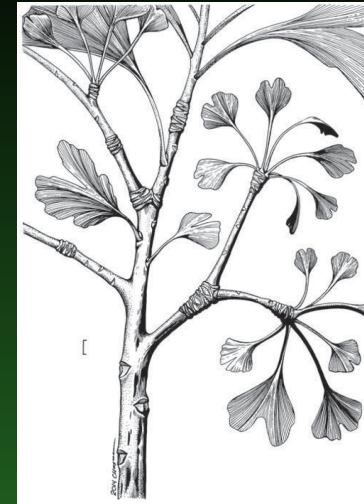
# Historie

poprvé - spodní perm

divergence - jura a křída

ústup - třetihory

*Psugmophyllum expansum*



Dnes  
jediný druh  
*Ginkgo biloba*  
živoucí fosílie  
(200 mil. let),  
jeden z nejstarších existujících  
roslinných druhů na Zemi

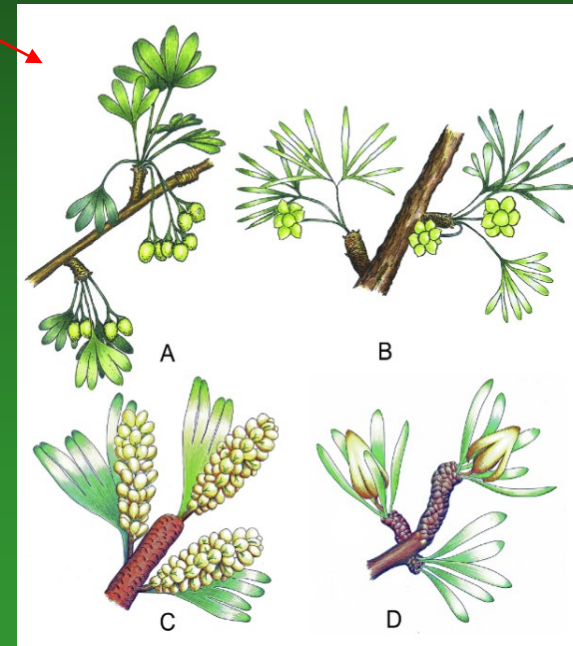


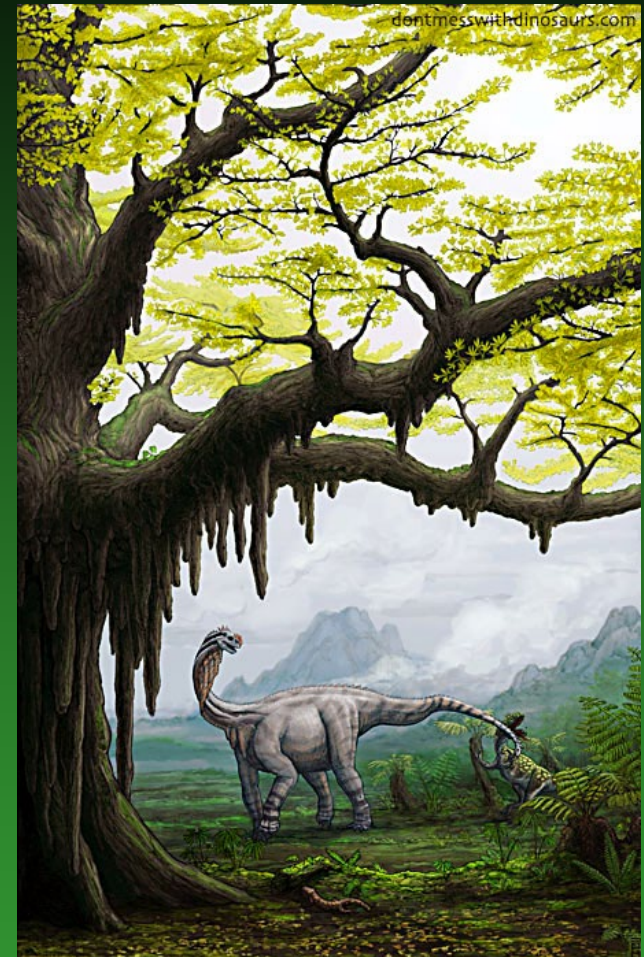
Fig. 3. Reconstructions of ginkgophytes in the Middle Jurassic in the Yima, Central China. (A) *Ginkgo yimaensis* Zhou et Zhang, redrawn based on Zhou and Zhang (1988). (B) *Yimaia recurva* Zhou et Zhang + *Baiera hallei* Sze, redrawn based on Zhou and Zhang (1992). (C) *Karkenia henanensis* Zhou, Zhang, Wang et Guignard + *Sphenobacteria* sp., redrawn based on Zhou et al. (2002) and Archangelsky (1965). (D) *Umaltolepis yimaensis* sp. nov. + *Pseudotorellia yimaensis* sp. nov., redrawn based the present study and Herrera et al. (2017).



Také u jinanů se soudí, že byly podstatnou složkou potravy a tedy i jednou z podmínek expanze dinosaurů



Listy jinanů v současnosti však nežerou skoro žádní hmyzí herbivoři !





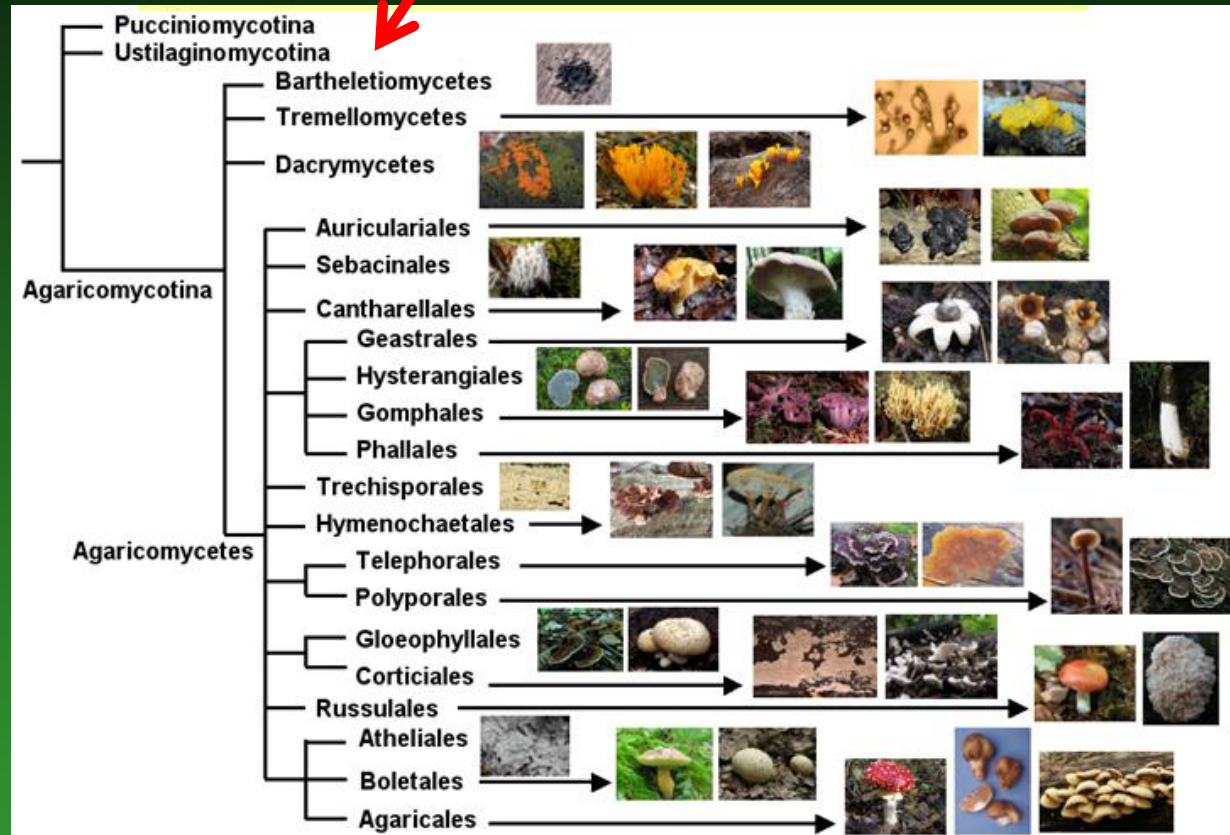
# Starobylost a izolovanost jinanů dokresluje jejich specifický houbový parazit *Bartheletia paradoxa*



*Bartheletia paradoxa*

Starobylost a izolovanost jinanů dokresluje jejich specifický houbový parazit *Bartheletia paradoxa*, tvořící bazální linii agaricomycot v rámci bazidiomycot

**Basidiomycota** →



MYCOLOGICAL RESEARCH 112 (2008) 1467-1473

ELSEVIER

bms  
British Mycological Society  
promoting fungal science  
journal homepage: www.elsevier.com/locate/mycres

Mycol Research

***Bartheletia paradoxa* is a living fossil on Ginkgo leaf litter with a unique septal structure in the Basidiomycota**

Christian SCHEUER<sup>a</sup>, Robert BAUER<sup>b</sup>, Matthias LUTZ<sup>b</sup>, Edith STABENTHEINER<sup>c</sup>, Vadim A. MEL'NIK<sup>d</sup>, Martin GRUBE<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Universität Graz, Institut für Pflanzenwissenschaften, Bereich Systematische Botanik und Geobotanik, Inbühngasse 6, 8010 Graz, Austria  
<sup>b</sup>Universität Tübingen, Botanisches Institut, Lehrstuhl Spezielle Botanik und Mykologie, Auf der Morgenstelle 1, 72076 Tübingen, Germany  
<sup>c</sup>Universität Graz, Institut für Pflanzenwissenschaften, Bereich Pflanzenphysiologie, Schabertstraße 51, 8010 Graz, Austria  
<sup>d</sup>Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, 2 Prof. Popov Street, 197376 St. Petersburg, Russia

# Evolučně navazují jinany pravděpodobně na kordaity

*Ginkgo biloba*

fosilní *Ginkgo*

Cordaites

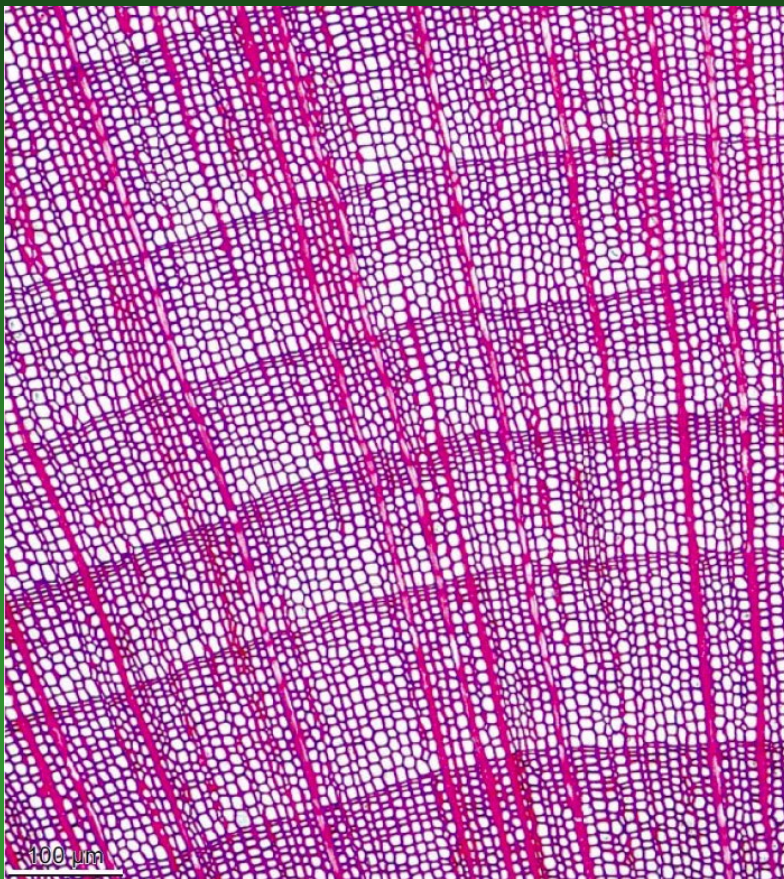




**Dřevo kmene** – pyknoxylické (málo parenchymu)

**Xylem** – jen s tracheidami (žádné tracheje, žádné fibrily)

**Tracheidy** – s gymnospermními dvůrkatými dvojtečkami



**Větve** - téměř vodorovně odstálé,  
- s výraznými brachyblasty



**Kmen**

- až 30 m vys., na bázi v obvodu až 9 m

**Borka kmenu**

- silná, záhy nahrazuje epidermis

- obsahuje taninové buňky, stejně jako borka jehličnanů



# Listy

jednoduché, vějířovité, ve  
dva laloky rozdělené

žilnatina vějířovitá, žilky  
stejnocenné

u fosilních někdy vějířovitě  
dřípené v tenké úkrojky





# Listy

jednoduché, vějířovité, ve  
dva laloky rozdělené

žilnatina vějířovitá, žilky  
stejnocenné

u fosilních někdy vějířovitě  
dřípené v tenké úkrojky



spirálovitě ve svazečkách na koncích  
brachyblastů, na zimu opadávají

# Listy

jednoduché, vějířovité, ve  
dva laloky rozdělené

žilnatina vějířovitá, žilky  
stejnocenné

u fosilních někdy vějířovitě  
dřípené v tenké úkrojky



spirálovitě ve svazečcích na koncích  
brachyblastů, na zimu opadávají



na mladých  
nezkrácených  
větvích jednotlivě



Jinan je  
dvoudomý,



pohlavní chromosomy

ZW typu

ZZ = samec;

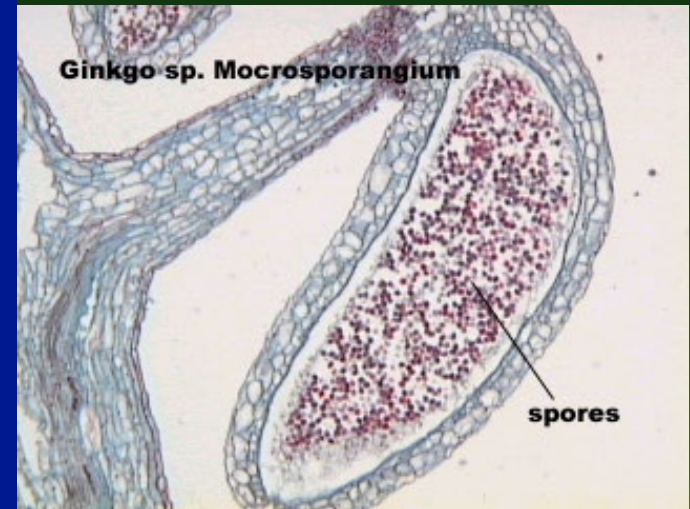
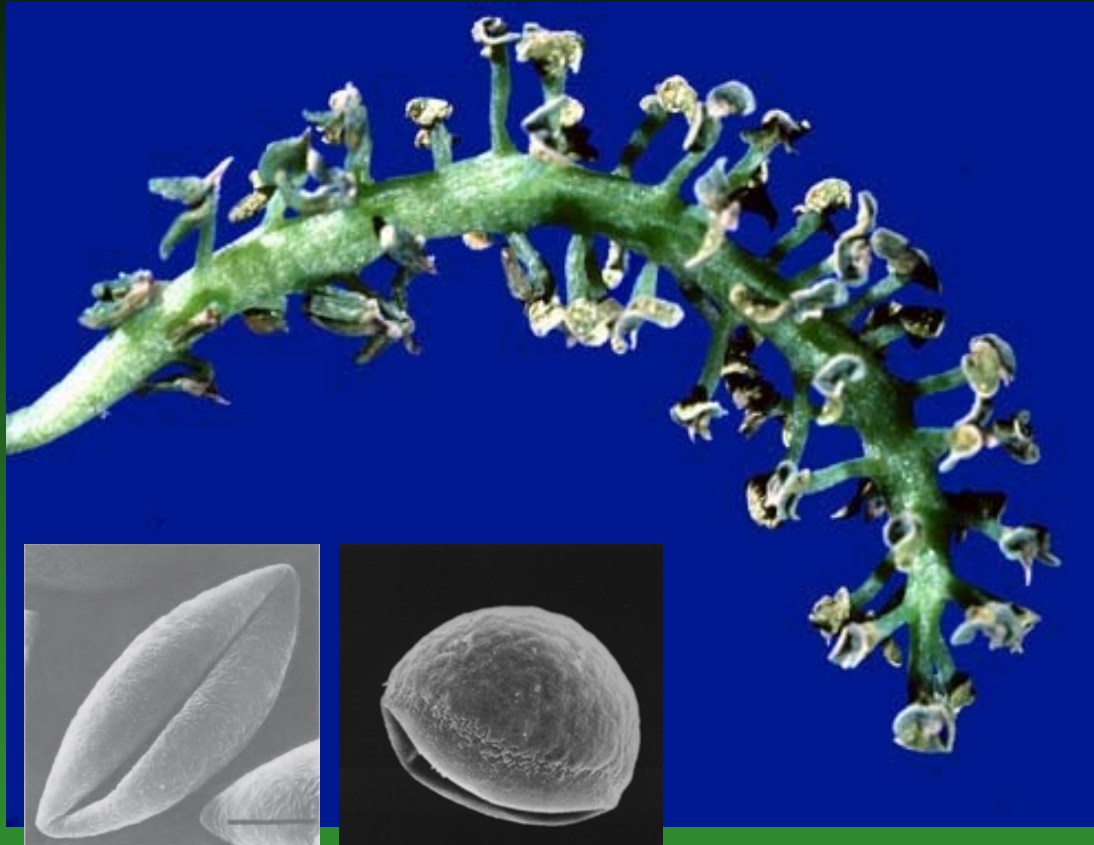
ZW = samice);  $W > Z$



# Mikrosporofyly (mikrosporangiofory) - stopka se dvěma sporangii, - spirálovitě v jehnědách



# Mikrosporofyly (mikrosporangiofory) - stopka se dvěma sporangii, - spirálovitě v jehnědách

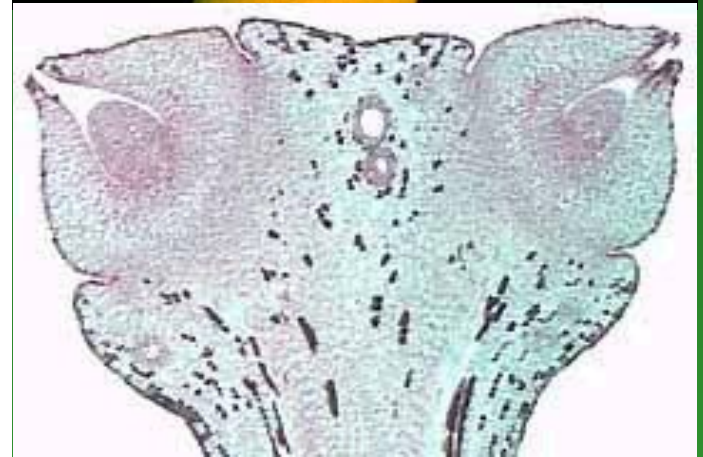
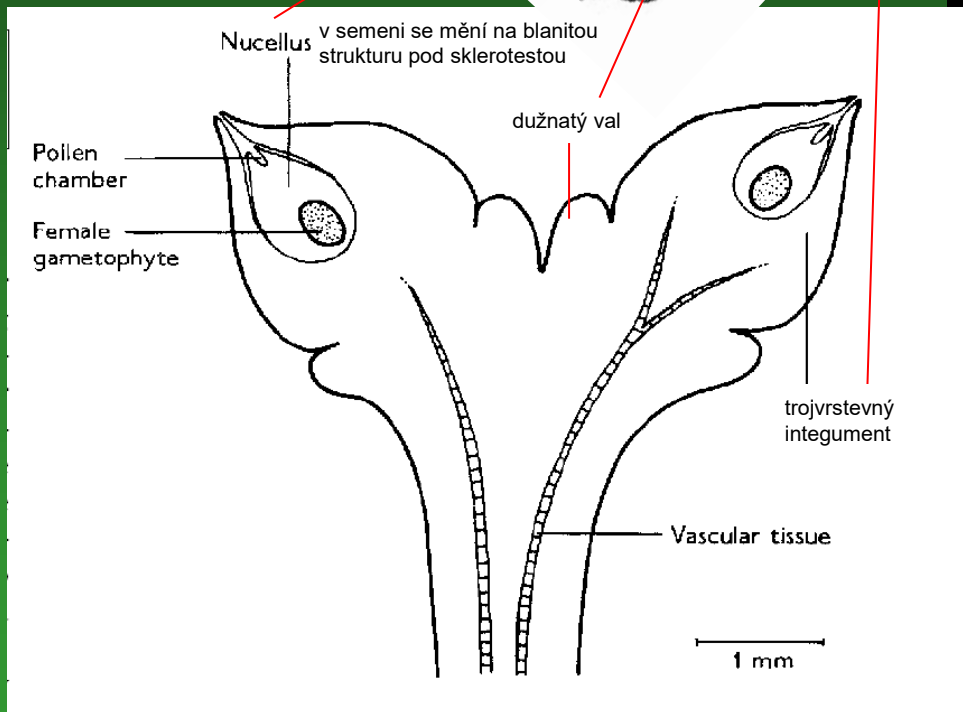
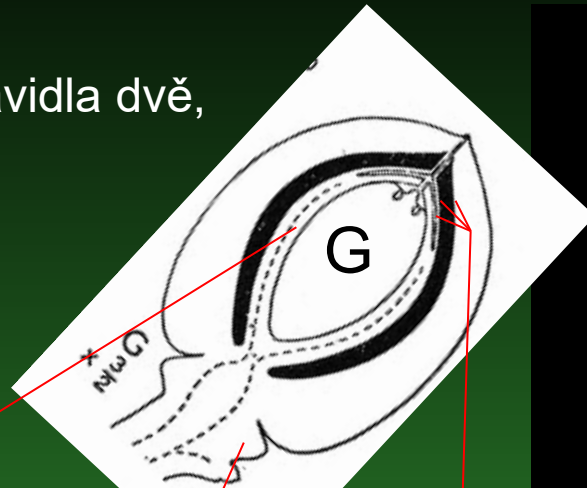


**Pyl** - bez vzdušných vaků, monosulkátní

- tvoří se na jaře
- zralý pyl je 3-buněčný

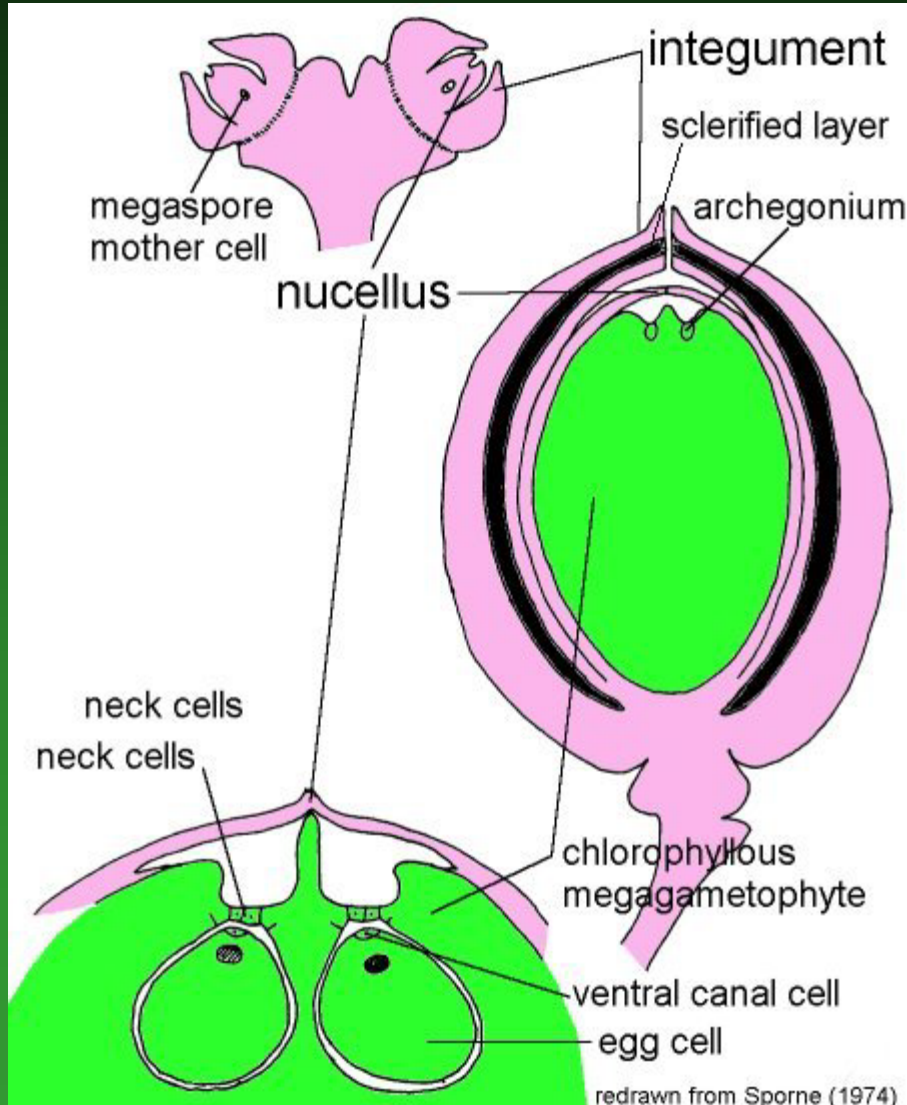
# Vajíčka - nahá,

- na stopkách zpravidla dvě,
- transverzálně postavená



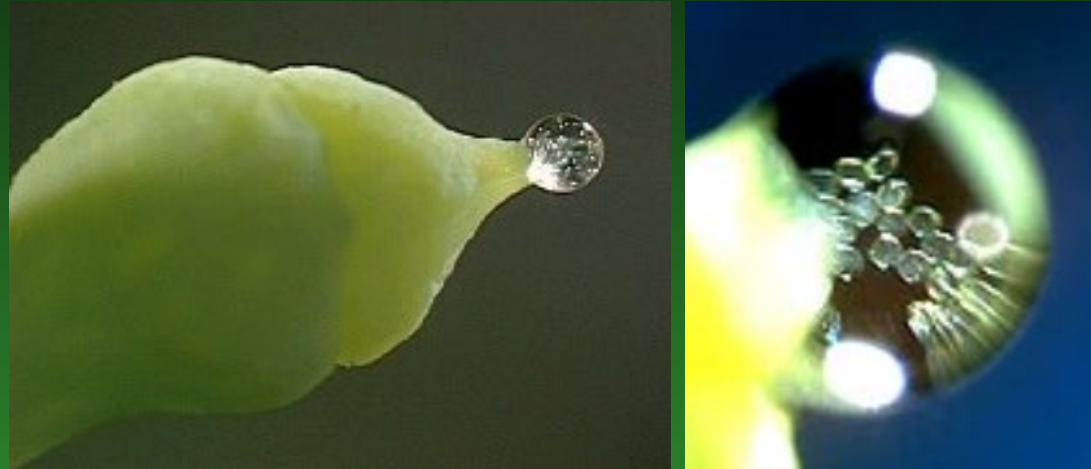


Archegonia zjednodušené stavby jen ze 6 buněk =  
 = čtyři buňky krčkové + kanálková ventrální buňka + oosféra



# Opylení

1. Pyl přenesen větrem ze samčích stromů na polynační kapku vajíček



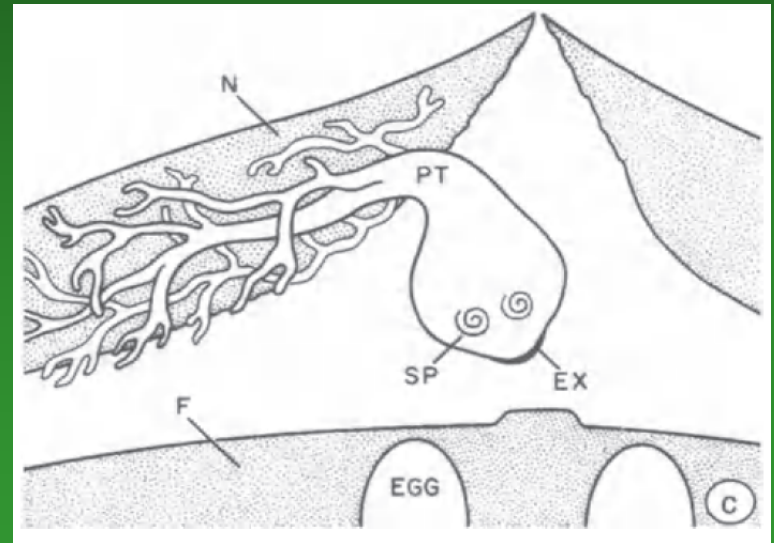
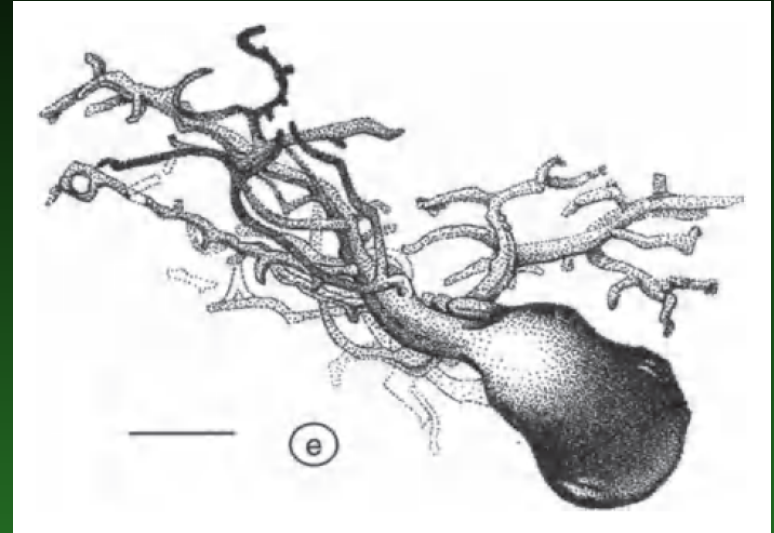
2. Přítomnost pylu v polynační kapce vyvolá její vysychání

3. Vysycháním kapky pyl vtažen do pylové komory

# Oplození

1. V pylové komoře vyklíčí z pylu láčka
2. Láčka (samčí gametofyt) roste a větví se v nucellu, který ji vyživovuje několik měsíců
3. Po opadu semen ze stromu proroste láčka (její hlízovitá část = „antheridium“) skrz stěnu nucellu do archegoniální komory

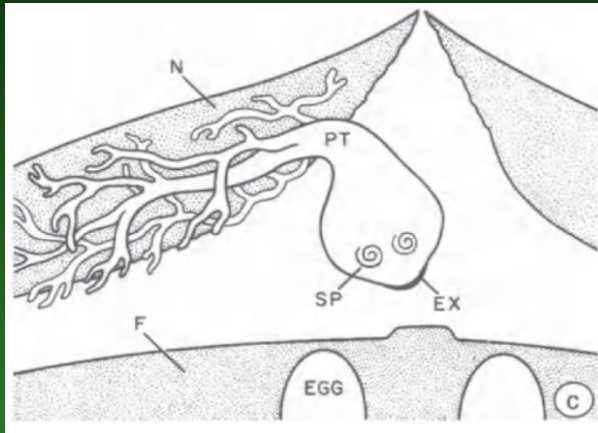
Prorůstání se děje produkcí enzymů (hlavně proteáz)





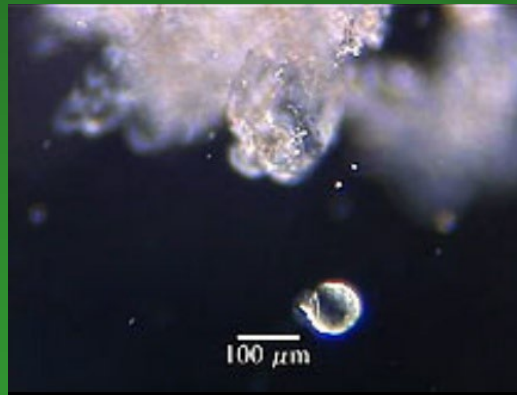
# Oplození

4. Hlízovitý konec láčky („antheridium“) nese dva polyciliátní spermatozoidy

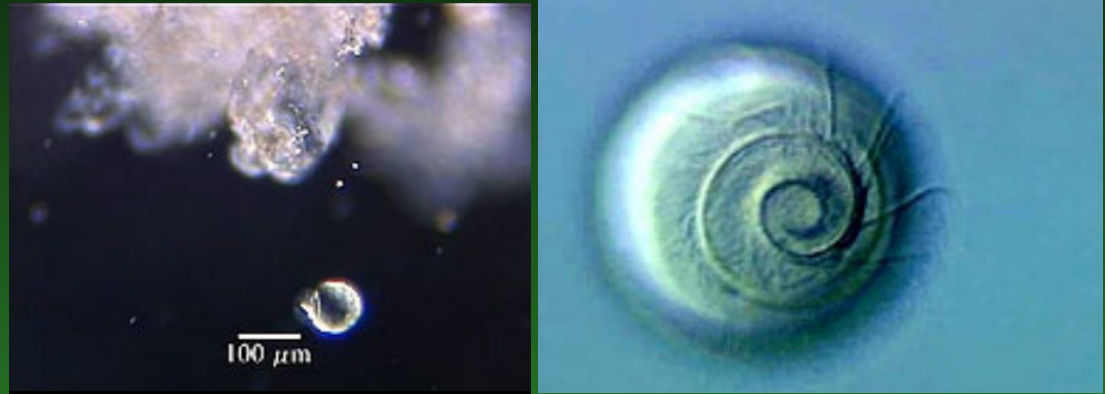


5. Spermatozoid (70–90  $\mu\text{m}$ ) oplodní vaječnou buňku (4–7 měsíců po opylení)

Bičků je na spermatozoidu zhruba tisíc



**Jinany = poslední fylogenetická linie s bičíkatými spermatozoidy**

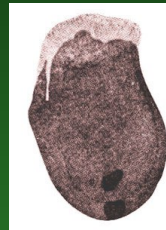
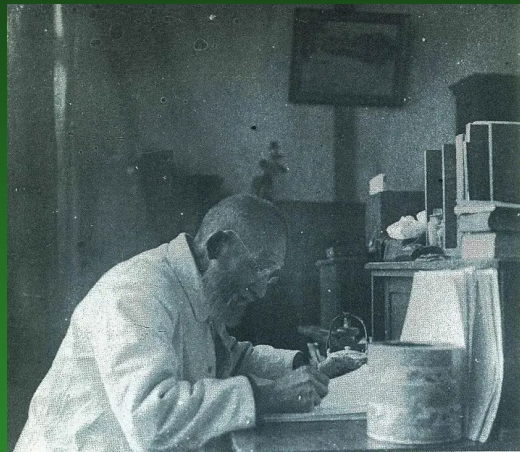


**Oplození vyšších rostlin v dalších liniích se tak definitivně odpoutalo od vodního prostředí**

**Příjmem a vedením anorganických živin z půdního roztoku jsou však vyšší rostliny k vodnímu prostředí připoutány trvale**

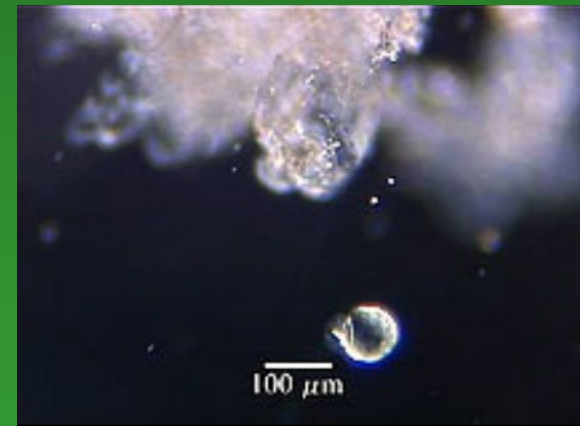
**Jinany = poslední fylogenetická linie s bičíkatými spermatozoidy**

**jejich objev v lednu 1894 byl botanickou senzací**



Sakugorō Hirase 1856 –1925, japonský botanický ilustrátor

Hirase S (1896) Spermatozoids of *Ginkgo biloba* (in Japanese). Bot Mag Tokyo 10:367–368

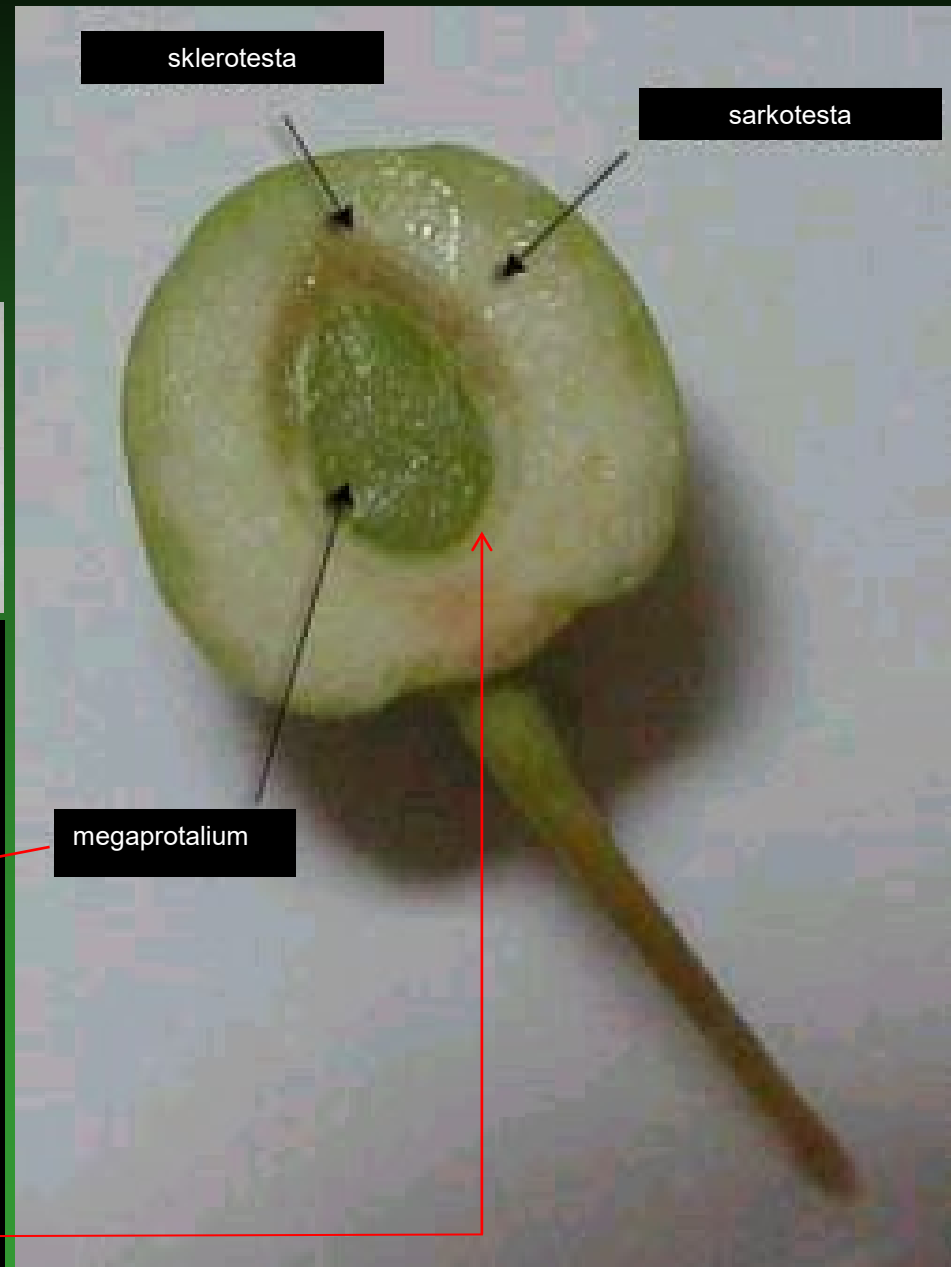
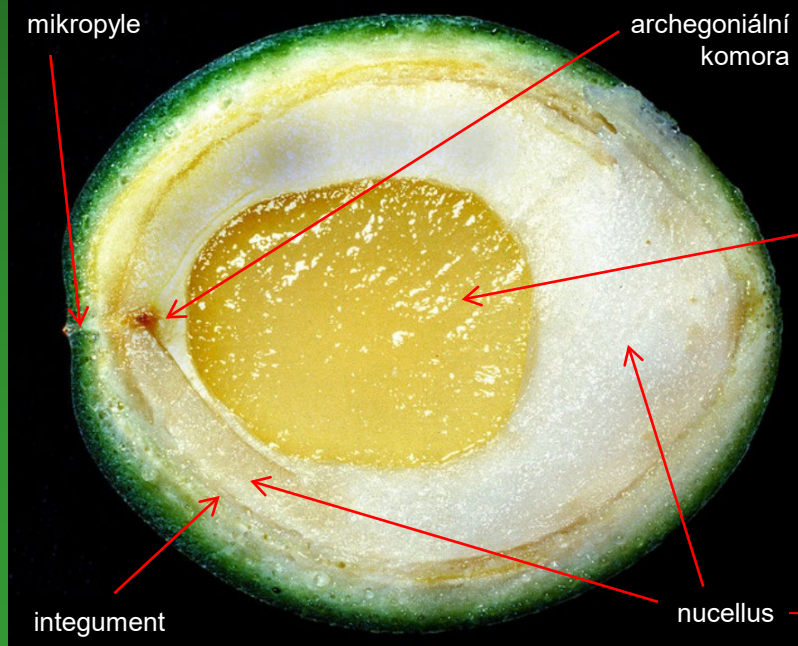




**V semeno se vyvíjí zpravidla jen jedno z dvojice vajíček, druhé zakrňuje**



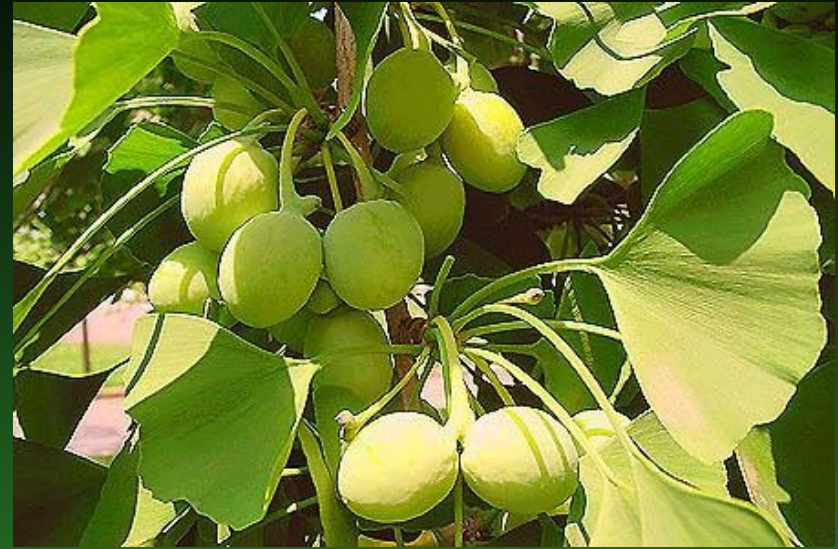
**Semeno** – až 3 cm v průměru -  
 na povrchu dužnatá sarkotesta,  
 uvnitř tuhá sklerotesta, pod ní je  
 škrobnaté živné pletivo s  
 dvouděložným embryem.



Semena nejprve zelená

Po opadu na zem žloutnou a postupně odporně páchnou.

Zdrojem zápachu je kyselina máselná.



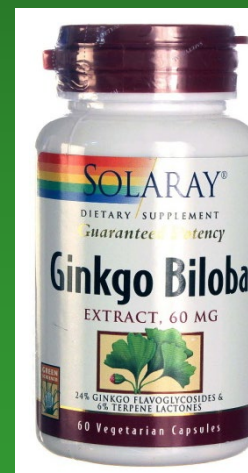
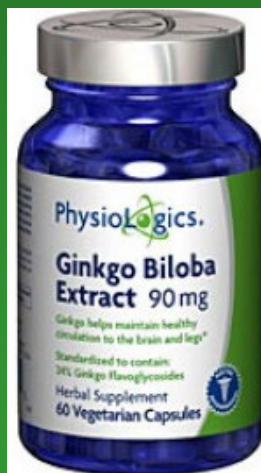
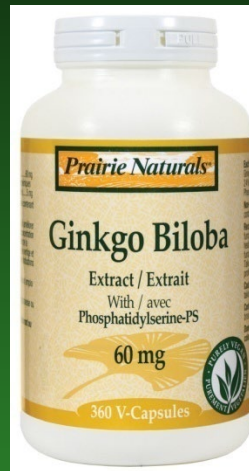


V Číně a Japonsku se semena zbavená sarkotesty máčí ve slané vodě,



poté se praží a prodávají pod názvem pehko nebo se přidávají do dezertů.

V posledních letech je z jinanu vyráběna nesčetná řada potravinových doplňků s potenciálně léčivým účinkem





Samotná rostlina se za příhodných podmínek dožívá tisíců let (nejstarší doložený strom má 4700 let).





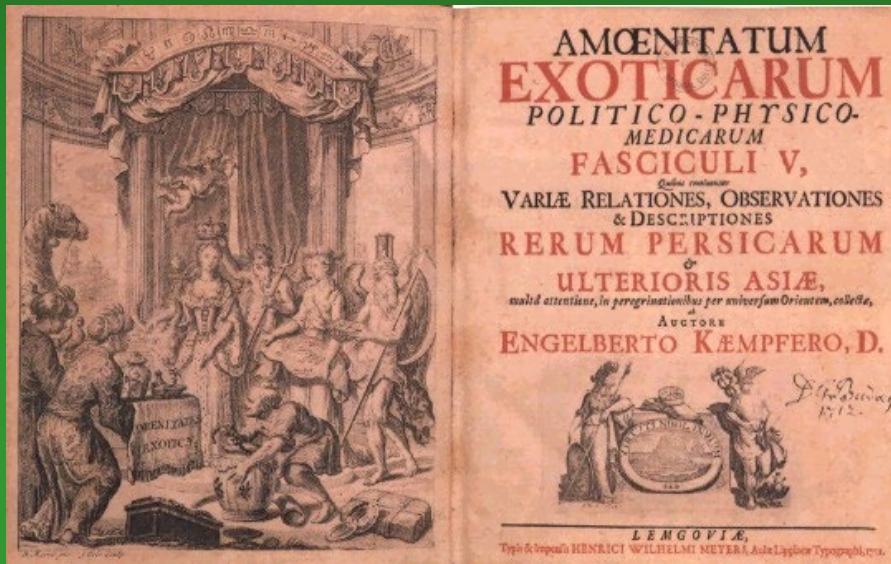
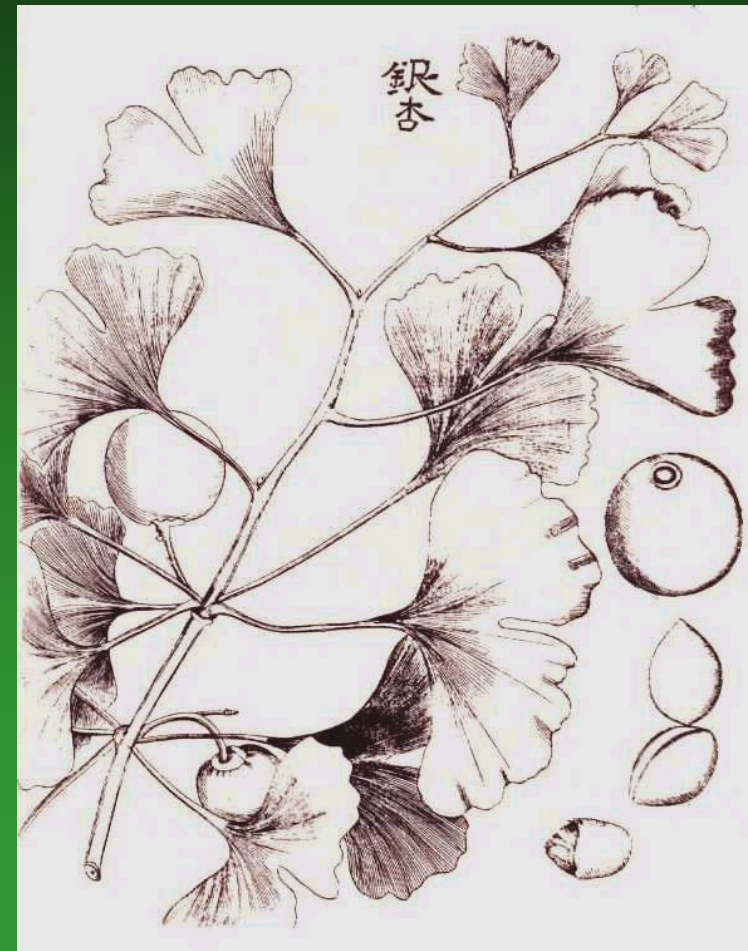
V Číně je podle rukopisů od 7. stol. pěstován jako chrámový strom.



Odsud byl přenesen i do Japonska a Koreje ke stejnému účelu.

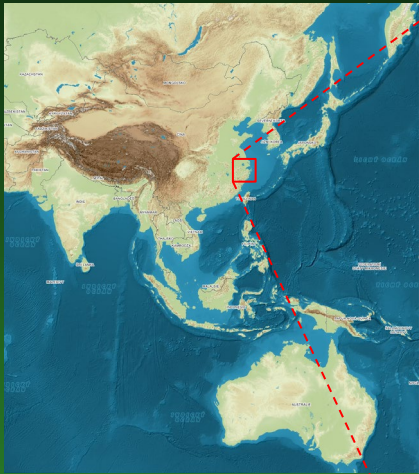
Pro Evropu jinan objevil něm. přírodovědec Engelbert Kaempfer (1651–1716)  
 1690–92 lékař holandského velvyslanectví v Nagasaki  
 Jméno gink-go znamená v překladu stříbrný plod nebo také stříbrná meruňka.  
 Kaempfer dovezl semena do Evropy od r. 1730 byl jinan pěstován poprvé v bot. zahradě v Utrechtu (v ČR poprvé ve Slavkově, 1758).

白果





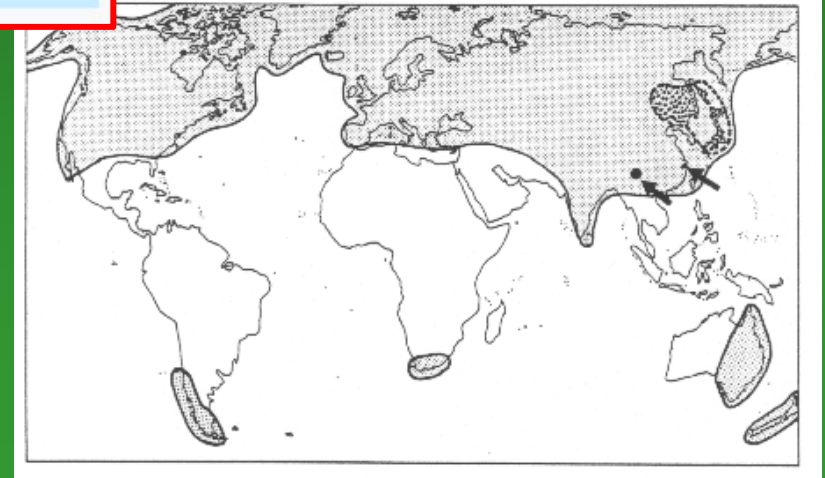
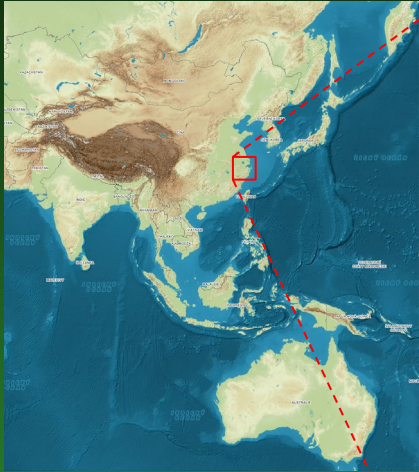
Teprve v roce 1956 bylo objeveno refugium v JV Číně - v horách Tianmu mezi provinciemi Zhejiang a Anhwei.



Zápach semen láká ke konzumaci kočku bengálskou (*Prionailurus bengalensis*), která tak v přírodě přispívá přirozenému k endozoochornímu šíření jinanu.



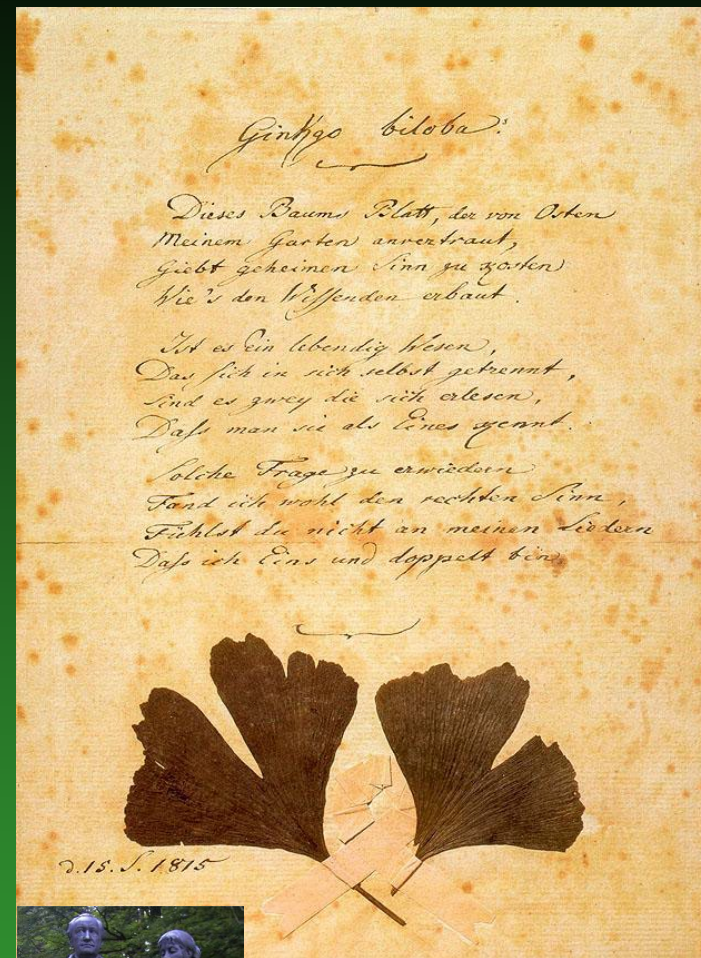
Teprve v roce 1956 bylo objeveno refugium v JV Číně - v horách Tianmu mezi provinciemi Zhejiang a Anhwei. Třetihorní areál jinanu zabíral téměř celou severní polokouli.



Zářez rozdělující list ve dvě stejné části symbolizoval pro velkého německého básníka a přírodovědce J. W. Goetheho přátelství a jednotu dvou milujících se lidí, což vyjádřil v básni Ginkgo biloba

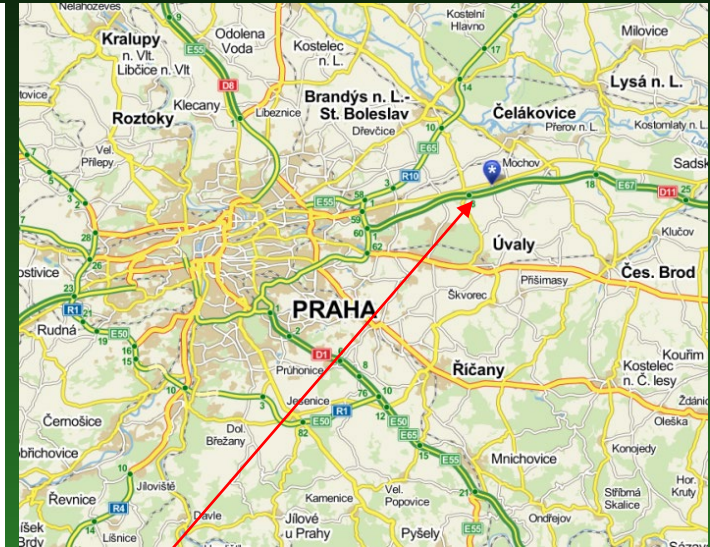


Báseň věnoval své přítelkyni (a milence?) Marianne von Villemmer. Bylo to však přátelství, kterému nebylo souzeno vydržet. Naposledy se viděli 23. 9. 1815, pouhých 8 dní poté, co jí přečetl návrh básně ...





*Nehvizdyella bipartita* = fosilní rod jinanovitých – nižší stromy s jednotlivými vajíčky a kopinatými listy (do 11 cm délky) na brachyblastech.



Popsaný z křídových sedimentů u Nehvizd a Hloubětína SV od Prahy v r. 2005 paleobotanikem Jiřím Kvačkem a jeho spolupracovníky.

American Journal of Botany 92(12): 1958–1969. 2005.

**A NEW LATE CRETACEOUS GINKGOALEAN  
REPRODUCTIVE STRUCTURE *NEHVIZDYELLA* GEN. NOV.  
FROM THE CZECH REPUBLIC AND ITS  
WHOLE-PLANT RECONSTRUCTION<sup>1</sup>**

JIŘÍ KVAČEK,<sup>2,5</sup> HOWARD J. FALCON-LANG,<sup>3</sup> AND JIŘINA DAŠKOVÁ<sup>4</sup>

<sup>1</sup>National Museum, Prague, Václavské nám. 68, 115 79 Praha 1, Czech Republic; <sup>2</sup>Department of Earth Sciences, University of Bristol, Bristol BS8 1RJ, UK; and <sup>4</sup>Academy of Sciences, Rozvojová 135, 165 00 Praha 6, Lysolaje, Czech Republic

